



CIRCULAR OBLIGATORIA

CO AV 171.01/24

**QUE ESTABLECE LAS REGLAS DE TRÁNSITO AÉREO
APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES Y
CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LAS RADIOAYUDAS PARA LA
NAVEGACIÓN AÉREA EN MATERIA DE
TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS DENTRO
DEL ESPACIO AÉREO MEXICANO**

05 DE JULIO DE 2024

ÍNDICE

	Pág.
1. OBJETIVO	3
2. FUNDAMENTO LEGAL	3
3. APLICABILIDAD.....	3
4. DEFINICIONES.....	3
5. ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	10
6. ANTECEDENTES.....	11
7. DISPOSICIONES GENERALES.....	12
7.6 Disposiciones generales relativas a las radioayudas para la navegación.....	12
7.7 Ensayos en tierra y en vuelo.....	13
7.8 Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación.....	13
7.9 Fuente de energía para las radioayudas para la navegación y sistemas de comunicaciones.....	14
7.10 Consideraciones sobre factores humanos.....	14
7.11 Especificaciones relativas a las radioayudas para la navegación.....	14
7.12 Localizador VHF y monitor correspondiente.....	16
7.13 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores del localizador ILS.....	26
7.14 Equipo de trayectoria de planeo UHF y monitor correspondiente.....	27
7.15. Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo.....	33
7.16 Radiobalizas VHF.....	35
7.17 Equipo monitor.....	37
7.18 Especificación para el sistema radar de aproximación de precisión.....	37
7.19 Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR).....	40
7.20 Equipo monitor.....	43
7.21 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR.....	43
7.23 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME).....	48
7.24 Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz).....	66
7.25 Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).....	67
7.26 Características de sistema para los sistemas receptores de a bordo ADF.....	86
8. VIGILANCIA	86
9. SANCIÓN	86
10. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y LINEAMIENTOS INTERNACIONALES Y CON LAS LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS OFICIALES MEXICANAS TOMADAS COMO BASE PARA SU ELABORACIÓN	86
11. BIBLIOGRAFÍA.....	87
12. VIGENCIA Y FECHA DE EMISIÓN	87
APÉNDICE NORMATIVO A.....	88

CIRCULAR OBLIGATORIA

QUE ESTABLECE LAS REGLAS DE TRÁNSITO AÉREO APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN AÉREA EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS DENTRO DEL ESPACIO AÉREO MEXICANO**1. OBJETIVO.**

El objetivo de la presente Circular Obligatoria es regular las especificaciones y características de operación y certificación de las radioayudas a la navegación aérea en materia de telecomunicaciones aeronáuticas dentro del espacio aéreo mexicano.

2. FUNDAMENTO LEGAL.

Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 1o, 17, 18, 26, 36 fracciones I, VI, XII y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1, 4, 6 fracciones I, III y X, 2, fracción XVIII, 6 Bis fracciones III, IV, XXXIX y LI, 35, 36 y 86 fracción I, Inciso h, de la Ley de Aviación Civil; 152, 153 fracción II, 154, 164 y 166 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil; 3 apartado C, fracción I, 9, 10, 31, 33, 34 y Transitorio Cuarto del Reglamento Interior de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de enero de 2024; 1, 3 fracciones XIX, XXVI y XLVI, 4 y Cuarto Transitorio del Decreto por el que se crea el órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, denominado Agencia Federal de Aviación Civil, reformado mediante Decreto publicado el 12 de septiembre de 2023, en el mismo medio de difusión oficial, así como los lineamientos señalados en la Circular de Obligatoria CO DET-1.01/24 "Lineamientos para la elaboración, modificación y publicación de Disposiciones Técnico-Administrativas, Circulares de Asesoramiento y Cartas de Política a cargo de la Agencia Federal de Aviación Civil", se emite la presente Circular Obligatoria.

3. APLICABILIDAD.

La presente Circular Obligatoria aplica a todos los prestadores de servicio de navegación aérea, concesionarios, permisionarios de transporte y operadores aéreos, así como a los servicios de radioayudas a la navegación.

4. DEFINICIONES.

Para los efectos de la presente Circular Obligatoria se consideran las siguientes definiciones:

Agencia Federal de Aviación Civil: Órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, con autonomía técnica, operativa y administrativa, Autoridad de Aviación Civil del Estado Mexicano.

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

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

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

M

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

Amplitud del impulso: Tensión máxima de la envolvente del impulso, es decir, A en la Figura 3-1.

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.

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

(Bits/palabras/campos) libres: Bits/palabras/campos sin atribución ni reserva y disponibles para una atribución futura.

(Bits/palabras/campos) reservados: Bits/palabras/campos sin atribución, pero reservados para una aplicación GNSS particular. Todos los bits libres se ponen a cero.

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

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.

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

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

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.

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.

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.

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

DME/P: Elemento radiotelemétrico 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 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.

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.

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.

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.

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

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.

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

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

Galileo: Sistema de navegación por satélite explotado por la Unión Europea.

GBAS/E: Sistema de aumentación basado en tierra que transmite una radiodifusión de datos VHF polarizada elípticamente.

GBAS/H: Sistema de aumentación basado en tierra que transmite una radiodifusión de datos VHF polarizada horizontalmente.

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 30 m (100ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

El límite inferior se establece en 30 m (100 ft) por debajo de la altura de decisión (DH) mínima para la Categoría I.

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.

El límite inferior se establece en 15 m (50 ft) por debajo de la altura de decisión (DH) mínima para la Categoría II.

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: 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).

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.

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

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.

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

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.

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 navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

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% (Figura 3-2).

Potencia media (de un transmisor radioeléctrico): La media de la potencia suministrada a la línea de alimentación 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.

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

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

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 humano y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

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.

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.

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.

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

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.

Radiofaro de localización: Un radiofaro no direccional LF/MF utilizado como una ayuda para la aproximación final. El radiofaro de localización tiene normalmente una zona de servicio clasificada con un radio de 18.5 y 46.3 km (10 y 25 NM).

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

Receptor.: Subsistema que recibe señales del GNSS e incluye uno o más sensores.

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.

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.

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 abierto BDS (OS del BDS). Nivel especificado de la exactitud en cuanto a la posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del BDS.

Servicio abierto Galileo (OS de Galileo). Nivel especificado de la exactitud en cuanto a la posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario de Galileo.

S_{max}: Potencia máxima de la señal de radiodifusión de datos en VHF deseada a la entrada del receptor de radiodifusión de datos VHF. Dicha potencia a la entrada del receptor se calcula a partir de la intensidad de campo RF que se indica en el numeral 7.2S.3.S.4.4, para la señal de radiodifusión de datos VHF deseada que se recibe en una antena isotrópica ideal menos la pérdida mínima de implantación de aeronave. Se utiliza para determinar la inmunidad de la radiodifusión de datos VHF a la interferencia de señales de canales adyacentes (Apéndice Normativo A, numeral 3.5.8.2.2.6) y señales procedentes de fuentes fuera de la banda de 108.000 – 117.975 MHz (Apéndice Normativo A, numeral 3.5.8.2.2.8).

Sector de rumbo: Sector en un plano horizontal que contiene el eje de rumbo, limitado por los lugares geométricos de los puntos más cercanos al eje de rumbo en los que la DDM es 0.155.

Sector de rumbo frontal: El sector de rumbo situado al mismo lado del localizador 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.

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.

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.

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.

M

A

J

K

L

O

P

Q

R

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

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).

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 afectado.

Pseudodistancia: 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.

Pseudodistancia libre de ionosfera. Pseudodistancia de la que se ha eliminado el efecto ionosférico de primer grado en la propagación de la señal mediante una combinación lineal de mediciones de pseudodistancias generadas por señales en dos frecuencias distintas provenientes del mismo satélite.

Sistema de navegación por satélite BeiDou (BDS). Sistema de navegación por satélite explotado por la República Popular China.

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 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.

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

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

M

A

S

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 de aumento del impulso: Tiempo medido entre los puntos de amplitud 10 y 90% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos a y c de la Figura 3-1.

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.

Tiempo de aumento parcial: Tiempo medido entre los puntos de amplitud 5 y 30% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos h e i de las Figuras 3-1 y 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 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. El objetivo del tiempo muerto es evitar la respuesta del transpondedor a ecos que sean efecto de trayectos múltiples.

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.

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

Volumen útil protegido: Parte de la cobertura de la instalación en la que ésta proporciona determinado servicio, y dentro de la cual se protege la frecuencia de la instalación.

5. ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS.

AFAC: Agencia Federal de Aviación Civil.

AIP (por sus siglas en inglés): Publicación de Información Aeronáutica.

GBAS: Sistema de Aumentación Basado en Tierra.

ABAS: Sistema de Aumentación Basado en la Aeronave.

BDS: Sistema de navegación por satélite BeiDou.

CNS: Comunicaciones Navegación y Vigilancia.

CSA: Navegación de Canal de Exactitud Normal.

DDM: Diferencia de Modulación.

1

DME: Equipo Radiotelemétrico.

FM: Frecuencia Modulada.

GAST D: Servicio de aproximación GBAS tipo D.

GLONASS: Sistema Mundial de Navegación por Satélite.

GNSS: Sistema Mundial de Navegación por Satélite.

GPS: Sistema Mundial de Determinación de la Posición.

GRAS: Sistema Regional de Aumentación Basado en Tierra.

ILS: Sistema de Aterrizaje por Instrumentos.

MLS: Sistema de Aterrizaje por Microondas.

NDB: Radiofaro No Direccional.

NM: Milla Náutica.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

PANS-OPS: Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves.

PAR: Radar de Aproximación de Precisión.

SBAS: Sistema de Aumentación Basado en Satélites.

SRE: Elemento Radar de Vigilancia.

VDB: Datos de corrección la Banda VHF.

VHF: Frecuencia Muy Alta.

VOR: Radiofaro Omnidireccional VHF.

6. ANTECEDENTES

Que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es un organismo especializado de las Naciones Unidas, creada en 1944 para promover el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional en todo el mundo. El Convenio sobre Aviación Civil Internacional (también conocido como Convenio de Chicago), fue firmado el 7 de diciembre de 1944 por 52 Estados teniendo como objetivos estratégicos formular las normas y reglamentos necesarios para garantizar la seguridad operacional, protección, eficiencia de las operaciones aéreas civiles, así como la protección del medio ambiente.

Que el Convenio sobre Aviación Civil Internacional fue ratificado por el Senado de la República el 31 de diciembre de 1945, por lo que dicho Convenio adquiere el carácter de aplicación obligatoria por el Estado Mexicano.

Que los Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional se enmiendan constantemente, por lo que es necesario que la autoridad aeronáutica en México, la Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC), cuente con disposiciones técnico-administrativas que le permitan adoptar mediante un proceso expedito las recomendaciones de la OACI, así como las mejores prácticas internacionales derivadas del Convenio. La presente Circular Obligatoria sustituye a la primera edición y a las revisiones 1 y 2 de la Circular Obligatoria CO AV-21.01/10, "Que establece las reglas de tránsito aéreo aplicables a las especificaciones y características de operación y certificación de las Radioayudas para la navegación aérea en materia de telecomunicaciones aeronáuticas dentro del espacio aéreo mexicano", publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 02 de diciembre de 2022.

7. DISPOSICIONES GENERALES.

7.1. Todo concesionario, permisionario u operador aéreo que opere o pretenda operar aeronaves en el espacio aéreo mexicano deberá contar con equipo de navegación a bordo compatible con los equipos de radioayudas a la navegación aérea que se disponga de conformidad con lo establecido en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP) de México, la Ley de Aviación Civil, el Reglamento de la Ley de Aviación Civil y demás disposiciones aplicables.

7.2. El prestador de los servicios de navegación aérea deberá proporcionar los servicios con equipos de radioayudas a la navegación aprobados o certificados en materia de telecomunicaciones aeronáuticas, de conformidad con las especificaciones indicadas en la presente Circular Obligatoria y mantenerlos operativos conforme a lo publicado en el Manual AIP/PIA de México.

7.3. El prestador de los Servicios de Navegación Aérea deberá asegurarse que:

- a) El personal técnico a cargo de los sistemas e instalaciones CNS esté adecuadamente instruido a través de un programa de capacitación para el personal de los servicios CNS que considere instrucción inicial, periódica y especializada;
- b) Mantener y conservar los registros de instrucción del personal a cargo de los servicios CNS; y
- c) Mantener la competencia del personal mediante una instrucción adecuada y apropiada para cada sistema CNS.

7.4. Todos los administradores aeroportuarios y concesionarios o permisionarios de un aeródromo civil, deberán facilitar a los prestadores de servicio de navegación aérea los espacios, soporte de servicios y coordinación de servicios necesarios para instalar, operar, certificar y mantener operativos los equipos requeridos para proporcionar los servicios de navegación aérea.

7.5. La Agencia Federal de Aviación Civil certificará y vigilará, como corresponda la implementación, el uso adecuado y la operatividad del equipo instalado por el prestador de servicios de navegación aérea.

7.6 Disposiciones generales relativas a las radioayudas para la navegación.

7.6.1 Radioayudas para la navegación normalizadas.

7.6.1.1 Los sistemas normalizados de radioayudas para la navegación serán:

- a) El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS);
- b) El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS);
- c) El radiofaro omnidireccional VHF (VOR);
- d) El radiofaro no direccional (NDB);
- e) El equipo radiotelemétrico (DME);
- f) La radiobaliza VHF en ruta.

M

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

7.6.1.2 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.

7.6.1.3 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).

7.6.2 Disposiciones específicas para el GNSS.

7.6.2.1 Se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS proporcionado por uno de sus elementos (numeral 7.25.2), con un aviso previo mínimo de seis años del proveedor de ese servicio.

7.6.3 Deberán ser grabados los datos del GNSS pertinentes a las operaciones basadas en el GNSS. Estos datos 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 de la presente Circular Obligatoria.

7.6.4 Deberán conservarse las grabaciones por lo menos por un período de 14 días. Cuando las grabaciones son pertinentes para investigación de accidentes e incidentes, deberán conservarse por períodos más prolongados hasta que sea evidente que ya no serán necesarias.

7.6.5 Radar de aproximación de precisión.

7.6.5.1 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 lo establecido en el numeral 7.18

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.

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.

7.6.6 Cuando se proporcionen para apoyar aproximaciones y aterrizajes de precisión, las radioayudas para la navegación deberán 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. Para dicho fin se han utilizado DME, GNSS, NDB, VOR y sistemas de navegación de aeronaves.

7.7 Ensayos en tierra y en vuelo.

7.7.1 Se someterán a ensayos periódicos en tierra y en vuelo, las radioayudas para la navegación y que las aeronaves destinadas a la navegación aérea internacional puedan utilizar.

7.8 Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación.

A

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

[Handwritten signatures and initials at the bottom right]

7.8.1 Las torres de control de aeródromo y las dependencias que suministran servicio de control de aproximación, recibirán en forma oportuna, de conformidad con el uso del servicio o servicios correspondientes, la información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación esenciales para la aproximación, aterrizaje y despegue en el aeródromo o aeródromos de que se trate, de conformidad al procedimiento o sistema establecido por el prestador de los servicios de navegación aérea.

7.9 Fuente de energía para las radioayudas para la navegación y sistemas de comunicaciones.

7.9.1 Las radioayudas para la navegación y los elementos terrestres de los sistemas de comunicaciones de los tipos especificados en la presente Circular Obligatoria, 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.

7.10 Consideraciones sobre factores humanos.

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

7.11 Especificaciones relativas a las radioayudas para la navegación.

7.11.1 Especificación para el ILS.

7.11.1.1 Los conceptos a los que hace referencia esta sección se encuentran en el apartado de Definiciones y Abreviaturas.

7.11.2 Requisitos básicos.

7.11.2.1 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
- c) Un medio apropiado que permita efectuar verificaciones de la trayectoria de planeo.

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

7.11.2.1.2 Cuando se utilice una o más radiobalizas VHF para proporcionar información de la distancia al umbral, el equipo se ajustará a las especificaciones establecidas en el numeral 7.16. Cuando se utilice DME en lugar de radiobalizas, el equipo se ajustará a las especificaciones establecidas en el numeral 7.16.2.5.

7.11.2.1.3 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 todas las instalaciones ILS de Categorías de actuación II y III, la dependencia de los servicios de tránsito aéreo que intervenga en el control de la aeronave en la aproximación final constituirá uno de los puntos 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 una instalación ILS de Categoría de actuación 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.

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

7.11.4 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo especificados en el numeral 7.11.2.1 a) y b) que forman parte del ILS — Categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a las normas establecidas en los numerales 7.12 y 7.14 respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

7.11.5 Los componentes de localizador y trayectoria de planeo especificados en el numeral 7.11.2.1 a) y b) que forman parte de un ILS — Categoría de actuación II se ajustarán a las normas aplicables a estos componentes en un ILS — Categoría de actuación I, complementadas o enmendadas por las normas establecidas en los numerales 7.12 y 7.14 en que se prescribe aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

7.11.6 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en el numeral 7.11.2.1.3, 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 establecidas en los numerales 7.12 y 7.14, en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la Categoría de actuación III.

7.11.7 Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, el ILS se proyectará y mantendrá de modo que la probabilidad de funcionamiento dentro de los requisitos de actuación especificados sea elevada, compatible con la categoría de actuación operacional interesada.

7.11.7.1 Para los localizadores y trayectorias de planeo de instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III, el nivel de integridad y continuidad de servicio será como mínimo nivel 3, como se define en el numeral 7.12.12.4 (localizador) y en el numeral 7.14.5.4 (trayectoria de planeo).

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.

7.11.8 En aquellos lugares en los que hay dos instalaciones ILS separadas que sirvan a los extremos opuestos de una pista única y se genere interferencia operacionalmente perjudicial si las dos instalaciones transmiten al mismo tiempo, un sistema de bloqueo apropiado garantizará que sólo radie el localizador que se utilice para la dirección de aproximación en uso.

Si bien un sobrevuelo a bajo nivel de un localizador transmisor puede generar interferencia en los receptores ILS de a bordo, esta interferencia sólo puede considerarse operacionalmente perjudicial cuando ocurre en condiciones específicas, por ejemplo: cuando no hay indicaciones visuales de la pista o cuando está activado el piloto automático.

La interferencia también puede ser causada por transmisiones de otros localizadores distintos al del extremo opuesto de la misma pista (es decir, de pistas que se cruzan, paralelas o adyacentes). En esos casos, también puede considerarse el uso de un sistema de bloqueo para evitar interferencias.

Puede proporcionarse un sistema de bloqueo mediante equipo o programas o un procedimiento equivalente.

7.11.8.1 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.

7.11.8.2 En los lugares en los que una instalación ILS y una instalación GBAS sirven a sentidos de aproximación opuestos de la misma pista cuando el sentido de aproximación en uso no sea el sentido al que sirve el ILS, el localizador no radiará cuando se estén llevando a cabo operaciones GBAS con baja visibilidad que requieran de GAST D, excepto cuando pueda demostrarse que la señal del localizador cumple con los requisitos, en los que se definen las relaciones entre señal deseada y no deseada y la potencia máxima del canal adyacente que puede tolerar el receptor VDB del GBAS.

Si el localizador está radiando, hay posibilidad de interferencia con las señales del VDB del GBAS en la región en la que la aeronave sobrevuela el localizador. Para impedir que el localizador radie, se puede provocar un bloqueo mediante soporte físico (hardware) o lógico (software) o bien recurrir a una mitigación por procedimientos.

7.12 Localizador VHF y monitor correspondiente.

Las especificaciones en esta sección 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 7.12.7.4). 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.

7.12.1 Generalidades.

7.12.1.1 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.

7.12.1.2 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.

7.12.1.3 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.

7.12.2 Radiofrecuencia.

7.12.2.1 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 dos radiofrecuencias portadoras la tolerancia de frecuencia no excederá de 0.002% y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia no será menor de 5 kHz ni mayor de 14 kHz.

7.12.2.2 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.

7.12.2.2.1 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.

7.12.2.2.2 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.

7.12.2.3 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.

7.12.3 Cobertura.

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

- 46.3 km (25 NM) dentro de $\pm 10^\circ$ respecto al eje de rumbo frontal;
- 31.5 km (17 NM) entre 10° y 35° respecto al eje de rumbo frontal;
- 18.5 km (10 NM) fuera de los $\pm 35^\circ$ respecto al eje de rumbo frontal si se proporciona cobertura.

Si bien, cuando lo dicten las características topográficas o lo permitan los requisitos operacionales, las limitaciones pueden reducirse a 33.3 km (18 NM) dentro de un sector de $\pm 10^\circ$ y 18.5 km (10 NM) dentro del resto de la cobertura, cuando otros medios de navegación proporcionen cobertura satisfactoria dentro del área de aproximación intermedia. Las señales del localizador se recibirán a las distancias especificadas y a una altura igual o superior a 600 m (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.

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.

7.12.2.3.2 En todos los puntos del volumen de cobertura especificado en el numeral 7.12.2.3.1, salvo lo estipulado en los numerales 7.12.3.2.1, 7.12.3.2.2 y 7.12.3.2.3, la intensidad de campo no será inferior a 40 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-114 dBW/m²).

7.12.3.2.1 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 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-107 dBW/m²) a partir de una distancia de 18.5 km (10 NM) hasta una altura de 30 m (100 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

7.12.3.2.2 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 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-106 dBW/m²) a una distancia de 18.5 km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-100 dBW/m²) a una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

7.12.3.2.3 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 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-106 dBW/m²) a una distancia de 18.5 km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-100 dBW/m²) a una altura de 6 m (20 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. A partir de este punto y hasta otro punto situado a 4 m (12 ft) por encima del eje de la pista y a 300 m (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 de la pista en la dirección del localizador, la intensidad de campo no deberá ser inferior a 100 $\mu\text{V}/\text{m}$ (-106 dBW/m²).

Las intensidades de campo indicadas en los numerales 7.12.3.2.2, y 7.12.3.2.3, son necesarias para asegurar la relación señal/ruido exigido para obtener una mejor integridad.

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

Los requisitos de los numerales 7.12.2.3.1, 7.12.3.2.1, 7.12.3.2.2 y 7.12.3.2.3 se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.

7.12.3.4 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 el numeral 7.12.2.3.1, no será menor de 10 dB.

7.12.3.5 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 deberá ser inferior a 16 dB.

7.12.4 Estructura del curso.

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

ZONA	AMPLITUD (DDM) (PROBABILIDAD DEL 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS.	0.031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B".	0.031 en el punto "A" del ILS para disminuir linealmente hasta 0.015 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" del ILS hasta el punto "C".	0.015

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

ZONA	AMPLITUD (DDM) (PROBABILIDAD DEL 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS.	0.031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B".	0.031 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0.005 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" del ILS hasta la referencia ILS.	0.005

Y únicamente en lo que respecta a las instalaciones de la Categoría de actuación III:

Desde la referencia ILS hasta el punto "D"	0.005
Desde el punto "D" del ILS hasta el punto "E".	0.005 en el punto "D" del ILS aumentando linealmente hasta 0.010 en el punto "E" del ILS

Las amplitudes indicadas en los numerales 7.12.4.1 y 7.12.4.2, son las DDM debidas a los codos, observadas en el eje de rumbo nominal cuando éste está debidamente ajustado.

7.12.5 Modulación de la portadora.

7.12.5.1 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.

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

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

- Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 2.5%;
- Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1.5% para instalaciones de la Categoría de actuación II;
- Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1% para instalaciones de la Categoría de actuación III;
- El contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%; y
- El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

7.12.5.3.1 Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deberán ser de 90 y de 150 Hz \pm 1.5%, cuando sea posible.

7.12.5.3.2 Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la profundidad de modulación de amplitud de la portadora en la frecuencia o armónicos de la fuente de energía, o en otros componentes no deseados, no excederá del 0.05%. Los armónicos de la fuente de energía u otros componentes de ruido no deseados que puedan producir una intermodulación con los tonos de navegación de 90 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.

7.12.5.3.3 Los tonos de modulación estarán en fase de tal manera que dentro del semisector de rumbo, las formas de onda demodulada de 90 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°;
- y
- b) Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°,

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

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

7.12.5.3.4 Con sistemas de localizadores de dos frecuencias, el numeral 7.12.5.3.3 se aplicará a cada portadora. Además, el tono de modulación de 90 Hz de una portadora estará en fase con el tono de modulación de 90 Hz de la otra portadora, de manera que las formas de onda demodulada pasen por el valor cero, en la misma dirección dentro de un margen:

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

De fase por referencia 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 instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20°; y
2. Respecto a localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°, de fase por referencia a 150 Hz.

7.12.5.3.5 Se permitirá el empleo de otros sistemas de localizador de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva distinto del de las condiciones normales "en fase" descritas en el numeral 7.12.5.3.4. 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 7.12.5.3.4.

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.

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

7.12.5.3.6.1 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.

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 7.12.7.1, para alcanzar el límite de modulación mencionado anteriormente.

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).

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%.

7.12.5.3.7 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.

7.12.5.4 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, deberá reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

7.12.6 Precisión de la alineación de rumbo.

7.12.6.1 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: ± 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: ± 7.5 m (25 ft); y
- c) Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III: ± 3 m (10 ft).

7.12.6.2 Para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, el eje medio de rumbo deberá ajustarse y mantenerse dentro de los límites equivalentes a ± 4.5 m (15 ft) de desplazamiento con relación al eje de la pista en la referencia ILS.

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 los numerales 7.12.6.1 y 7.12.6.2; el proyecto y el funcionamiento del sistema terrestre ILS total debe ser de una integridad suficiente para satisfacer este objetivo.

Se pretende que las nuevas instalaciones de Categoría de actuación II satisfagan las exigencias del numeral 7.12.6.2.

7.12.7 Sensibilidad de desplazamiento.

7.12.7.1 La sensibilidad de desplazamiento nominal en el semisector de rumbo será el equivalente de 0.00145 DDM/m (0.00044 DDM/ft) en la referencia ILS, pero para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I, en los que no pueda alcanzarse la sensibilidad de desplazamiento nominal, la sensibilidad de desplazamiento se ajustará lo más posible a dicho valor. Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I en pistas con números de clave 1 y 2, la sensibilidad de desplazamiento nominal se logrará en el punto "B" del ILS. El ángulo de sector de rumbo máximo no pasará de 6°.

7.12.7.2 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.

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

Las cifras que se dan en los numerales 7.12.7.1, 7.12.7.2 y 7.12.7.3 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.

7.12.7.4 El aumento de DDM será sensiblemente lineal con respecto al desplazamiento angular referido al eje de rumbo frontal (en que la DDM es cero) hasta un ángulo, a cada lado del eje de rumbo frontal, en que la DDM es 0.180. Desde ese ángulo hasta $\pm 10^\circ$ la DDM no será inferior a 0.180. Desde $\pm 10^\circ$ hasta $\pm 35^\circ$ respecto al eje de 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.

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

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 intercepciones de ángulo amplio a distancias convenientes desde el punto de vista operativo, siempre que se cumplan los límites sobre porcentaje de modulación señalados en el numeral 7.12.5.3.6.

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.

7.12.8 Comunicaciones orales.

7.12.8.1 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.

7.12.8.2 Los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III no proporcionarán tal canal, excepto donde se hayan tenido extremo cuidado en el proyecto y utilización de la instalación para asegurar que no hay posibilidad de interferencia con la guía de navegación.

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

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

7.12.8.3.2 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 sea aproximadamente de 9 a 1; y
- 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%.

7.12.8.3.3 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.

7.12.9 Identificación.

7.12.9.1 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.

7.12.9.2 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 profundidad máxima de modulación debida a las comunicaciones radiotelefónicas y la modulación debida a la señal de identificación sea aproximadamente de 9 a 1 (véase el numeral 7.12.8.3.2). Las emisiones que lleven la señal de identificación se polarizarán horizontalmente. Cuando dos portadoras estén moduladas con señales de identificación, el desfase de las modulaciones será tal que no se produzcan nulos dentro de la cobertura del localizador.

7.12.9.3 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.

7.12.9.4 La señal de identificación se transmitirá por puntos y rayas a una velocidad correspondiente a siete palabras por minuto aproximadamente y se repetirá a intervalos aproximadamente iguales de por lo menos seis veces por minuto durante todo el tiempo en el que el localizador esté disponible para uso operacional. Cuando las transmisiones del localizador no estén disponibles para uso operacional como, por ejemplo, después de retirar los componentes de navegación, o durante el mantenimiento o transmisiones de pruebas, se suprimirá la señal de identificación. Los puntos tendrán una duración de 0.1 a 0.160 segundos. Normalmente, la duración de una raya será tres veces superior a la duración de un punto. El espaciado entre puntos o rayas será equivalente al de un punto más o menos un 10%. El espaciado entre letras no será inferior a la duración de tres puntos.

7.12.10 Emplazamiento.

7.12.10.1 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.

7.12.10.2 Para instalaciones de Categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se situará y ajustará de acuerdo con el numeral 7.12.10.1, a menos que por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

7.12.10.2.1 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.

7.12.11 Equipo monitor.

7.12.11.1 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 7.12.11.3.1, cuando persista alguna de las condiciones expresadas en el numeral 7.12.11.2:

- a) Suspenderá la radiación; y
- b) Suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación.

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

- a) Para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 10.5 m (35 ft), o el equivalente lineal de 0.015 DDM, tomándose de ambos valores el menor, en el punto de referencia ILS;
- b) Para los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 7.5 m (25 ft) en la referencia ILS;
- c) Para localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III un desplazamiento del eje medio de rumbo con respecto al eje de la pista equivalente a más de 6 m (20 ft) en la referencia ILS;
- d) En el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a un nivel tal que ya no se satisface alguno de los requisitos de los numerales 7.12.2.3, 7.12.4 o 7.12.5 o a un nivel que es inferior al 50% del nivel normal (lo que ocurra primero); y
- 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 7.12.2.3, 7.12.4 y 7.12.5.

Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en el numeral 7.12.2.1, puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías de actuación II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.

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

Al seleccionar la cifra de reducción de potencia que ha de emplearse en la supervisión a que se hace referencia en el numeral 7.12.11.2 e), debe prestarse particular atención 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 el numeral 7.12.2.3.1.

7.12.11.2.1 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 deberán 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.

7.12.11.3 El período total de radiación, incluyendo el período o períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación especificados en los incisos a), b), c), d), e) y f) del numeral 7.12.11.2, será tan corto como sea factible, compatible con la necesidad de evitar interrupciones del servicio de navegación proporcionado por el localizador.

7.12.11.3.1 El período total a que se hace referencia en el numeral 7.12.11.3 no excederá en ningún caso de:

- 10 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación I;
- 5 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II; y

- 2 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III.

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.

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.

7.12.11.3.2 Cuando sea factible, el período total indicado en el numeral 7.12.11.3.1 deberá reducirse a fin de que no exceda de dos segundos en los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II y de un segundo en los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III.

7.12.11.4 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.

7.12.12 Requisitos y niveles de integridad y continuidad de servicio.

7.12.12.1 Se asignará a los localizadores un nivel de integridad y continuidad de servicio de acuerdo con el numeral 7.12.12.2 al numeral 7.12.12.5.

Se utilizan niveles para proporcionar la información necesaria para determinar la categoría de operación y los mínimos conexos, que son función de la categoría de actuación de la instalación, el nivel (separado) de integridad y continuidad de servicio, y de varios factores operacionales (ej. aeronave y calificación de la tripulación, condiciones meteorológicas y características de la pista). Si un localizador no cumple su nivel requerido de integridad y continuidad de servicio, todavía puede tener algún uso operacional. De igual manera, si un localizador excede el nivel mínimo de integridad y continuidad de servicio, se podría realizar operaciones más exigentes.

7.12.12.2 El nivel del localizador será 1 si:

- a) No se demuestra la integridad o la continuidad de servicio del localizador o ninguna de las dos; o
- b) Si se demuestra tanto la integridad como la continuidad de servicio del localizador, pero al menos una de ellas no cumple con los requisitos del nivel 2.

7.12.12.2.1 La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no deberá ser inferior a $1 - 1.0 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje para los localizadores de nivel 1.

7.12.12.2.2 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 los localizadores nivel 1 (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Un localizador que cumple con los numerales 7.12.12.2.1 y 7.12.12.2.2 cumple, además, con el numeral 7.12.12.3 (Nivel 2 de actuación) y, por consiguiente, ha de identificarse como de nivel 2.

7.12.12.2.3 Si no se dispone del nivel de integridad de un localizador de nivel 1 o no se puede calcular fácilmente, deberá realizarse un análisis detallado para garantizar una operación de monitor a prueba de fallas.

7.12.12.3 El nivel del localizador será 2 si:

- a) La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a $1 - 1.0 \times 10^{-7}$ en cualquier aterrizaje; y
- b) La probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a $1 - 4 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

7.12.12.4 El nivel del localizador será 3 si:

- a) La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior $1 - 0.5 \times 10^{-9}$ en cualquier aterrizaje; y
- b) La probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

7.12.12.5 El nivel del localizador será 4 si:

- a) La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior $1 - 0.5 \times 10^{-9}$ en cualquier aterrizaje; y
- b) La probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 30 segundos (equivalente a 4 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

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

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

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

Para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107.7 a 108.0 MHz; y

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

Para las señales de radiodifusión sonora FM en frecuencias VHF inferiores a 107.7 MHz, donde las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF causan en el receptor una intermodulación de tercer orden de la frecuencia deseada del localizador ILS.

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

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

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

Frecuencia (MHz)	Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor (dBm)
88-102	+15
104	+10
106	+ 5
107.9	-10

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

7.14 Equipo de trayectoria de planeo UHF y monitor correspondiente.

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

7.14.1 Generalidades.

7.14.1.1 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 1.75θ .

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

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

- 0.075θ respecto a θ para trayectorias de planeo de las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;
- 0.04θ respecto a θ para trayectoria de planeo de las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

7.14.1.3 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.

7.14.1.4 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).

7.14.1.5 La altura de la referencia ILS, para la instalación ILS de la Categoría de actuación I, deberá ser de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

Para obtener los valores anteriores de la altura de la referencia ILS se supuso una distancia vertical máxima de 5.8 m (19 ft) entre la trayectoria seguida por la antena de trayectoria de planeo de la aeronave y la trayectoria de la parte inferior de las ruedas en el umbral. En el caso de aeronaves que excedan este criterio, tal vez podría ser necesario tomar las medidas apropiadas, bien sea para mantener el margen vertical adecuado sobre el umbral o para ajustar las mínimas de operación permitidas.

7.14.1.6 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, deberá ser de 12 m (40 ft). Se permite una tolerancia de +6 m (20 ft).

7.14.2 Radiofrecuencia.

7.14.2.1 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.

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

7.14.2.3 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.

7.14.3 Cobertura.

7.14.3.1 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 1.752 y 0.452 por encima de la horizontal, o un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a 0.302, se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

7.14.3.2 A fin de proporcionar la cobertura para la actuación de la trayectoria de planeo especificada en 7.14.3.1, la intensidad mínima de campo en este sector de cobertura será de 400 µV/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 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.

7.14.4 Estructura de la trayectoria de planeo ILS.

7.14.4.1 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:

ZONA	AMPLITUD (DDM) (PROBABILIDAD DEL 95%)
Límite exterior de la cobertura hasta el punto "C".	0.035

7.14.4.2 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:

ZONA	AMPLITUD (DDM) (PROBABILIDAD DEL 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS.	0.035
Desde el punto "A" hasta el punto "B" del ILS.	0.035 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0.023 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" hasta la referencia del ILS.	0.023

Las amplitudes mencionadas en los numerales 7.14.4.1 y 7.14.4.2 son las DDM debidas a los codos, obtenidas en la trayectoria media de planeo cuando esté correctamente ajustada.

1

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

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.

7.14.5 Modulación de la portadora.

7.14.5.1 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%.

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

- Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz con una tolerancia del 2.5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I;
- Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1.5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación II;
- 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;
- 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%; y
- El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

7.14.5.2.1 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.

7.14.5.2.2 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%.

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

- Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, 20° ; y
- 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.

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

7.14.5.3.1 En el caso de los sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, el numeral 7.14.5.3 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:

- Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, 20° ; y
- Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III, 10° .

De fase por referencia 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:

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

De fase por referencia a 150 Hz.

7.14.5.3.2 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 el numeral 7.14.5.3.1. 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 el numeral 7.14.5.3.1.

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.

7.14.5.4 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, deberá reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

7.14.6 Sensibilidad de desplazamiento.

7.14.6.1 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 0.07θ y 0.14θ .

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

7.14.6.2 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 0.12θ 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 el numeral 7.14.6.1.

7.14.6.3 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) 0.12θ por debajo de la trayectoria, con una tolerancia de $\pm 0.02 \theta$; y
- b) 0.12θ por encima de la trayectoria, con una tolerancia de $+0.02 \theta$ y -0.05θ .

7.14.6.4 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 0.12θ por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de $\pm 0.02 \theta$.

7.14.6.5 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 0.30θ por encima de la horizontal. No obstante, si se logra a un ángulo por encima de 0.45θ , el valor de DDM no será inferior a 0.22 hasta por lo menos 0.45θ , o a un ángulo

menor tal que, siendo igual o superior a 0.30θ , se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

7.14.6.6 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.

7.14.6.7 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.

7.14.6.8 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.

7.14.7 Equipo monitor.

7.14.7.1 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 el numeral 7.14.3.1, 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 -0.075θ 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 7.14.3, 7.14.4 y 7.14.5; y
- 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 7.14.3, 7.14.4 y 7.14.5;

Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en el numeral 7.14.2.1 puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías de actuación II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.

- d) Para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación I, un cambio del ángulo entre la trayectoria de planeo y la línea por debajo de ésta (predominando 150 Hz) en la que se observe una DDM de 0.0875, de más de (lo que sea mayor);
 1. $\pm 0.0375 \theta$; o
 2. 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 0.7475θ 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.

El valor de 0.7475θ 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 0.75θ como límite del monitor para este fin. En los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OP5) (Doc. 8168 Procedimientos para los servicios de navegación aérea. Operación de aeronaves, Volumen 2 de la OACI) figuran indicaciones sobre los criterios de franqueamiento de obstáculos.

Con los incisos f) y g) no se trata de establecer un requisito referente a un monitor separado para proteger contra desviaciones del límite inferior del semisector por debajo de 0.7475θ respecto a la horizontal.

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 el numeral 7.14.6, o en los propios límites, puede ser que resulte necesario ajustar los límites de funcionamiento del monitor como protección contra desviaciones de semisector por debajo de 0.7475θ respecto a la horizontal.

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

7.14.7.3 El período total de radiación, incluidos los períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación prescritos en el numeral 7.14.7.1, será lo más corto posible compatible con la necesidad de evitar la interrupción del servicio de navegación suministrado por la trayectoria de planeo ILS.

7.14.3.1 El período total de radiación mencionado en el numeral 7.14.7.3 no sobrepasará en ningún caso:

- a) 6 segundos, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I; y
- b) 2 segundos, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III.

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.

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.

7.14.3.2 Cuando sea factible, el período total especificado en el numeral 7.14.3.1 para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III no deberá exceder de 1 segundo.

7.14.4 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.

7.14.5 Requisitos de integridad y continuidad de servicio.

7.14.5.1 Se asignará a las trayectorias de planeo un nivel de integridad y continuidad de servicio como se indica en el numeral 7.14.5.2 al numeral 7.14.5.4.

Se utilizan niveles para proporcionar la información necesaria para determinar la categoría de operación y los mínimos conexos, que son función de la categoría de actuación de las instalaciones, el nivel (separado) de integridad y continuidad de servicio, y de varios factores operacionales (p. ej. aeronave y calificación de la tripulación, condiciones meteorológicas y características de la pista). De igual manera, si una trayectoria de planeo excede el nivel mínimo de integridad y continuidad de servicio, se podrán realizar operaciones más exigentes.

7.14.5.2 El nivel de la trayectoria de planeo será 1 si:

- a) No se demuestra su integridad o la continuidad de servicio, o ninguna de las dos; o
- b) Se demuestra tanto la integridad de la trayectoria de planeo como la continuidad de servicio, pero al menos una de ellas no cumple con los requisitos del nivel 2.

7.14.5.2.1 La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no deberá ser inferior a $1 - 1 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje para las trayectorias de planeo de nivel 1.

7.14.5.2.2 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 (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Una trayectoria de planeo que cumple con los métodos recomendados en los numerales 7.14.5.2.1 y 7.14.5.2.2 cumple además con la norma del numeral 7.14.5.3 (nivel 2 de actuación) y, por consiguiente, ha de identificarse como de nivel 2.

7.14.5.2.3 Si no se dispone del nivel de integridad de la trayectoria de planeo de Nivel 1 o no se puede calcular fácilmente, deberá realizarse un análisis detallado para garantizar una operación de monitor a prueba de fallas.

7.14.5.3 El nivel de la trayectoria de planeo será 2 si:

- a) La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a $1 - 10^{-7}$ en cualquier aterrizaje; y
- b) La probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a $1 - 4 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

7.14.5.4 El nivel de la trayectoria de planeo será 3 o 4 si:

- a) La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a $1 - 0.5 \times 10^{-9}$ en cualquier aterrizaje; y
- b) La probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Los requisitos para las trayectorias de planeo de nivel 3 y nivel 4 son iguales. La declaración de nivel de integridad y continuidad de servicio de la trayectoria de planeo deberá coincidir con la declaración del localizador (es decir, la trayectoria de planeo se declara de nivel 4 si el localizador cumple los requisitos del nivel 4).

7.15. Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo.

7.15.1 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 de la Circular Obligatoria CO AV 20.05/10, en su versión vigente:

LOCALIZADOR (MHz)	TRAYECTORIA DE PLANEEO (MHz)	LOCALIZADOR (MHz)	TRAYECTORIA DE PLANEEO (MHz)
108.1	334.7	110.1	334.4
108.15	334.55	110.15	334.25
108.3	334.1	110.3	335.0
108.35	333.95	110.35	334.85
108.5	329.9	110.5	329.6
108.55	329.75	110.55	329.45
108.7	330.5	110.7	330.2
108.75	330.35	110.75	330.05
108.9	329.3	110.9	330.8
108.95	329.15	110.95	330.65
109.1	331.4	111.1	331.7
109.15	331.25	111.15	331.55
109.3	332.0	111.3	332.3
109.35	331.85	111.35	332.15
109.5	332.6	111.5	332.9
109.55	332.45	111.55	332.75
109.7	333.2	111.7	333.5
109.75	333.05	111.75	333.35
109.9	333.8	111.9	331.1
109.95	333.65	111.95	330.95

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

NÚMERO DE ORDEN	LOCALIZADOR (MHz)	TRAYECTORIA DE PLANEEO (MHz)
1	110.3	335.0
2	109.9	333.8
3	109.5	332.6
4	110.1	334.4
5	109.7	333.2
6	109.3	332.0
7	109.1	331.4
8	110.9	330.8
9	110.7	330.2
10	110.5	329.6
11	108.1	334.7
12	108.3	334.1
13	108.5	329.9
14	108.7	330.5
15	108.9	329.3
16	111.1	331.7
17	111.3	332.3
18	111.5	332.9
19	111.7	333.5
20	111.9	331.1

7.15.2 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 asignarán nuevas frecuencias de conformidad con el numeral 7.15.1 o el numeral 7.15.1.1 tan pronto como sea posible, y sólo podrán seguir operando en las actuales asignaciones hasta que pueda efectuarse esta nueva asignación.

7.15.3 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 el numeral 7.15.1.

7.16 Radiobalizas VHF.

7.16.1 Generalidades.

- Habrán dos radiobalizas en cada instalación, salvo cuando se considere que una sola radiobaliza es suficiente. Podrá añadirse una tercera radiobaliza siempre que se estime que se necesita en determinado lugar debido a los procedimientos de operaciones;
- Una radiobaliza se ajustará a los requisitos indicados en el numeral 7.16. 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 del numeral 7.16.2.5; y
- Las radiobalizas producirán diagramas de irradiación para indicar las distancias, determinadas de antemano, al umbral, a lo largo de la trayectoria de planeo ILS.

7.16.1.1 Cuando se use una radiobaliza en relación con el rumbo posterior de un localizador, deberá ajustarse a las características de la radiobaliza que se especifican en el numeral 7.16.

7.16.1.2 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 el numeral 7.16.5.1.

7.16.2 Radiofrecuencia.

7.16.2.1 Las radiobalizas trabajarán en 75 MHz con una tolerancia de frecuencia de $\pm 0.005\%$ y utilizarán polarización horizontal.

7.16.3 Cobertura.

7.16.3.1 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 curso del localizador del ILS:

- Radiobaliza interna: 150 m \pm 50 m (500 ft \pm 160 ft);
- Radiobaliza intermedia: 300 m \pm 100 m (1 000 ft \pm 325 ft);
- Radiobaliza exterior: 600 m \pm 200 m (2 000 ft \pm 650 ft).

7.16.3.2 La intensidad de campo en los límites de la zona de cobertura especificada en el numeral 7.16.3.1 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).

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.

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).

7.16.4 Modulación.

7.16.4.1 Las frecuencias de modulación serán las siguientes:

- a) Radiobaliza interna: 3 000 Hz;
- b) Radiobaliza intermedia: 1 300 Hz; y
- 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%.

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

7.16.5 Identificación.

7.16.5.1 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; y
- c) Radiobaliza exterior: 2 rayas por segundo continuamente.

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

7.16.6 Emplazamiento.

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

7.16.6.1.1 Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza interna deberá 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.

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

Al emplazar la radiobaliza interna debe tenerse cuidado a fin de evitar interferencia entre las radiobalizas interna e intermedia.

7.16.6.1.2 Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo deberá 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 el numeral 7.16.6.1.1.

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

7.16.2.1 Si el diagrama de radiación es vertical la radiobaliza intermedia deberá 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.

7.16.2.2 Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo deberá 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 el numeral 7.16.2.1.

7.16.2.3 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.

7.16.2.3.1 La radiobaliza exterior deberá 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.

7.16.2.4 Si el diagrama de radiaciones es vertical, la radiobaliza exterior no deberá 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 deberá 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.

7.16.2.5 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 lo especificado en la Circular Obligatoria CO AV-21.5/07, en su versión vigente.

7.16.5.1 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.

7.16.5.2 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.

7.16.5.3 El DME a que se alude en el numeral 7.16.2.5 se ajustará a la especificación que figura en el numeral 7.23.

7.17 Equipo monitor.

7.17.1 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; y
- b) Reducción de la potencia radiada a menos del 50% de la normal.

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

7.18 Especificación para el sistema radar de aproximación de precisión.

Las distancias empleadas en estas especificaciones son siempre las directas.

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

7.18.1.1 El elemento radar de aproximación de precisión (PAR).

7.18.1.2 El elemento radar de vigilancia (SRE).

7.18.2 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.

7.18.3 Elemento radar de aproximación de precisión (PAR).

7.18.3.1 Cobertura.

7.18.3.1.1 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 azimutal 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.

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

- Avión privado (monomotor): de 5 a 10 m².
- Bimotores de pequeñas dimensiones: desde 15 m².
- Bimotores de dimensiones medianas: desde 25 m².
- Cuadrimotores: de 50 a 100 m².

7.18.4 Emplazamiento.

7.18.4.1 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 $+6^\circ$.

Los requisitos indicados en el numeral 7.18.4.1 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.

7.18.5 Precisión.

7.18.5.1 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.

7.18.5.2 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.

7.18.5.3 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.

7.18.5.4 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.

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

7.18.6 Elemento radar de vigilancia (SRE).

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

7.18.6.2 Cobertura.

7.18.6.2.1 El SRE 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.

7.18.6.2.2 Al llevar a cabo las investigaciones, deberá 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 lo establecido en el numeral 7.18.6.2.1, con las sustituciones siguientes:

- Donde dice 1.5°, léase 0.5°;
- Donde dice 37 km (20 NM), léase 46.3 km (25 NM);
- Donde dice 2 400 m (8 000 ft), léase 3 000 m (10 000 ft);
- Donde dice 20°, léase 30°.

7.18.7 Precisión.

7.18.7.1 Precisión en azimut. La indicación de posición en azimut estará comprendida dentro de ± 2° respecto a la posición verdadera. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves dentro de 4° de azimut una de otra.

7.18.7.2 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.

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

7.18.7.3 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.

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

7.19 Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR).

7.19.1 Generalidades.

7.19.1.1 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.

7.19.1.2 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.

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

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.

7.19.2 Radiofrecuencia.

7.19.2.1 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 de la CO AV-21.05/10 en su revisión vigente, establecidas en los numerales 3.2.1 y 3.2.3.1, 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 o 200 kHz, la tolerancia de frecuencia para la portadora será de $\pm 0.005\%$.

7.19.2.2 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 $\pm 0.002\%$.

7.19.2.3 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 $\pm 0.002\%$.

7.19.3 Polarización y precisión del diagrama.

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

No es posible por ahora establecer cuantitativamente la magnitud máxima permisible de la componente polarizada verticalmente de la radiación del VOR.

7.19.3.2 La contribución de la estación terrestre al error en la información de marcación suministrada por la radiación polarizada horizontalmente del VOR para todos los ángulos de elevación entre 0 y 40°, medidos desde el centro del sistema de antenas del VOR, será de $\pm 2^\circ$.

7.19.4 Cobertura.

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

7.19.4.2 La intensidad de campo o la densidad de potencia en el espacio de las señales VOR que se requieren para lograr un funcionamiento satisfactorio de una instalación de aeronave típica, al nivel de servicio mínimo y al máximo radio de servicio especificado, deberán ser de $90\mu\text{V/m}$ -107 dBW/m².

7.19.4.5 Modulaciones de las señales de navegación.

7.19.5.1 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 9 960 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"; y
 - 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".

7.19.5.2 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%. Este requisito se aplica a la señal transmitida observada en ausencia de trayectos múltiples.

7.19.5.3 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.

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.

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

7.19.5.5 La frecuencia central de la modulación de la subportadora será de 9 960 con una tolerancia de $\pm 1\%$.

7.19.6

- a) Para el VOR convencional, el porcentaje de modulación con amplitud de la subportadora de 9 960 Hz no excederá del 5%;
- b) Para el VOR Doppler, el porcentaje de la modulación en amplitud de la subportadora de 9 960 Hz no excederá del 40% cuando se mida en un punto que diste por lo menos 300 m (1 000 ft) del VOR.

7.19.7 Cuando se aplique el espaciado de 50 kHz entre canales VOR, el nivel de banda lateral de las armónicas del componente de 9 960 Hz de la señal radiada no excederá los niveles siguientes con referencia al nivel de la banda lateral de 9 960 Hz:

SUBPORTADORA	NIVEL
9960 Hz	Referencia 0 dB
2ª armónica	-30 dB
3ª armónica	-50 dB
4ª armónica y siguientes	-60 dB

7.19.8 Radiotelefonía e identificación.

7.19.8.1 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.

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

7.19.8.3 Las características de audiofrecuencia del canal radiotelefónico no diferirán más de 3 dB en relación con el nivel de 1 000 Hz en la gama de 300 a 3 000 Hz.

7.19.8.4 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.

7.19.8.5 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 1 020 Hz con ± 50 Hz de tolerancia.

7.19.8.5.1 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. En el caso de que el VOR y el DME estén asociados de acuerdo con el numeral 7.23.5, las disposiciones respecto a identificación del numeral 7.23.7.6.4 influyen en la identificación VOR.

7.19.8.6 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%.

7.19.8.6.1 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.

7.19.8.7 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.

7.19.8 La función receptora VOR permitirá la identificación positiva de la señal deseada bajo las condiciones de señal que se encuentren dentro de los límites de cobertura especificados, y con los parámetros de modulación especificados en los numerales 7.19.8.5, 7.19.8.6 y 7.19.8.7.

7.20 Equipo monitor.

7.20.1 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 éstas:

- Un cambio de más de 1° , en el emplazamiento del equipo de control, de la información de marcación transmitida por el VOR; y
- Una disminución del 15% en las componentes de modulación, del nivel de voltaje de las señales de radiofrecuencia en el dispositivo de control, tratándose de la subportadora, de la señal de modulación en amplitud de 30 Hz o de ambas.

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

- Suprimirá las componentes de identificación y de navegación de la portadora; o bien;
- Hará que cese la radiación.

7.21 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR.

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

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

Para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107.7 a 108.0 MHz; y

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

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.

N_1 y N_2 son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF a la entrada del receptor VOR. Ninguno de esos niveles excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos en el numeral 7.21.2.

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

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

Frecuencia (MHz)	Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor (dBm)
88-102	+15
104	+10
106	+ 5
107.9	-10

Esta relación es lineal entre punto adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

7.22 Especificación para el radiofaro no direccional (NDB).

7.22.1 Los conceptos a los que hace referencia esta sección se encuentran en el apartado de Definiciones Abreviaturas.

7.22.2 Cobertura.

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

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.

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

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

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.

7.22.2.3 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.

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°.

7.22.3 Limitaciones de la potencia radiada.

Las limitaciones de la potencia radiada por un NDB no deben exceder 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.

7.22.4 Radiofrecuencias.

7.22.4.1 Las radiofrecuencias asignadas a los NDB se seleccionarán de entre las que estén disponibles en la parte del espectro comprendida entre 190 y 1 750 kHz.

7.22.4.2 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 1 606.5 kHz o superiores, la tolerancia será de 0.005%.

7.22.4.3 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.

7.22.4.4 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.

7.22.5 Identificación.

7.22.5.1 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.

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

7.22.5.2.1 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 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

7.22.5.3 Para los NDB con un radio medio de cobertura nominal igual o menor que 92.7 km (50 NM), que se usen principalmente como ayudas para la aproximación y la espera en las proximidades de un aeródromo, se transmitirá la identificación por lo menos tres veces cada 30 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

3.4.5.4 La frecuencia del tono de modulación usado para la identificación será de 1 020 Hz \pm 50 Hz o de 400 Hz \pm 25 Hz.

7.22.6 Características de las emisiones.

Las especificaciones siguientes no tienen por objeto excluir el empleo de modulaciones o tipo 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 normalmente y siempre que su uso no produzca interferencia perjudicial a otros servicios NDB.

7.22.6.1 Excepto lo dispuesto en el numeral 7.22.6.1.1 todos los NDB radiarán una portadora ininterrumpida y se identificarán por interrupción de un tono de modulación de amplitud (NON/A2A).

7.22.6.1.1 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.

Al seleccionar los tipos de emisión, deberá 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").

7.22.6.2 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%.

7.22.6.3 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.

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.

Con un paso de banda del radiogoniómetro de \pm 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.

7.22.6.4 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.

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

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.

7.22.6.6 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.

7.22.7 Emplazamiento de los radiofaros de localización.

7.22.7.1 Cuando se empleen radiofaros de localización como complemento del ILS, su emplazamiento deberá ser el de las radiobalizas exterior o intermedia. Cuando sólo se use un radiofaro de localización como complemento del ILS, deberá 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, deberán 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 Procedimientos para los servicios de navegación aérea. Operación de aeronaves Volumen II – Construcción de procedimientos de vuelo visual por instrumentos de la OACI).

7.22.7.2 Cuando se instalan radiofaros de localización en las posiciones de las radiobalizas intermedia y exterior, siempre que sea factible deberán 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.

7.22.8 Equipo monitor.

7.22.8.1 Para cada NDB se suministrarán medios de control adecuados que puedan detectar cualesquiera 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.

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

7.22.8.3 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 3.4.8.1 a), b) y c).

7.22.8.4 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 se prescribe en el numeral 7.22.8.1 a), b) y c).

7.23 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME).

7.23.1 Los conceptos a los que hace referencia esta sección se encuentran en el apartado de Definiciones y Abreviaturas.

7.23.2 Generalidades.

7.23.2.1 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.

7.23.2.2 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.

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

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

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

- Funcionarán en pares de frecuencias normalizados de conformidad con el numeral 7.23.7.3.4;
- Tendrán un emplazamiento común dentro de los límites prescritos en el numeral 7.23.6 para instalaciones conexas; y
- Cumplirán con las disposiciones sobre identificación, del numeral 7.23.7.3.4.

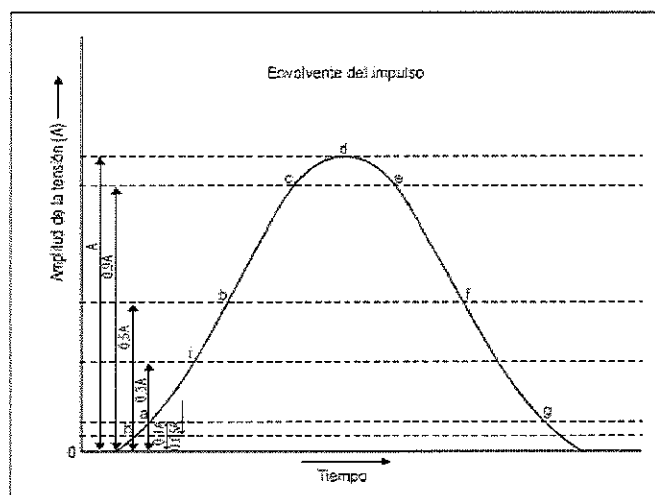


Figura 3-1

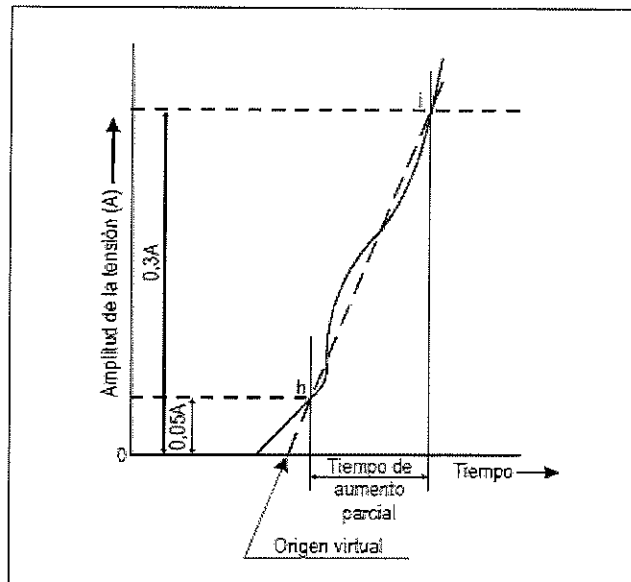


Figura 3-2

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

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

7.23.6.2 Asociación del DME con el ILS.

7.23.6.3 Asociación del DME con el MLS.

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

7.23.6.4 Las normas de los numerales 7.23.7, 7.23.8 y 7.23.9 identificadas con † se aplicarán sólo al equipo DME que se instaló por primera vez después del 1 de enero de 1989.

7.23.7 Características del sistema.

7.23.7.1 Actuación.

7.23.7.1.1 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.

7.23.7.1.2 Cobertura.

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

7.23.7.1.2.2 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.

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

7.23.7.1.3 Precisión.

7.23.7.1.3.1 Precisión del sistema. Las normas de precisión que se especifican en los numerales 7.23.7.1.4, 7.23.8.5.5 y 7.23.8.8.3.4 serán satisfechas con una probabilidad del 95%.

7.23.7.1.4 Precisión del DME/P.

7.23.7.1.4.1 Componentes de error. El error a lo largo de la trayectoria (PFE) estará integrado por aquellas componentes de frecuencia del 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 está comprendido entre 0.5 y 10 rad/s.

Los límites de error especificados en un punto se aplicarán a lo largo de una trayectoria de vuelo que incluya a ese punto.

7.23.7.1.4.2 Los errores a lo largo de la prolongación del eje de la pista no excederán de los valores proporcionados en la tabla B.

7.23.7.1.4.3 En el sector de aproximación, fuera de la prolongación del eje de la 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.

7.23.7.2 Radiofrecuencias y polarización. El sistema trabajará con la polarización vertical en la banda de frecuencias de 960 a 1 215 MHz. Las frecuencias de interrogación y de respuesta se asignarán con 1 MHz de separación entre canales.

7.23.7.3 Canales.

7.23.7.3.1 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.

7.23.7.3.2 Codificación de los impulsos. Los canales DME/P tendrán dos códigos de impulso de interrogación distintos, según se indica en la tabla adjunta al numeral 7.23.8.5.1. Uno de ellos se utilizará en el modo de aproximación inicial (IA) y el otro en el modo de aproximación final (FA).

7.23.7.3.3 Los canales DME en operación se escogerán de la Tabla A, de 352 canales, en la que se asignan los números de canal, las frecuencias y los códigos de impulso.

7.23.7.3.4 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.

7.23.7.4 Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación.

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

7.23.7.4.1 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.

7.23.7.4.2 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.

7.23.7.4.3 DME/N. Después que se hayan transmitido 15 000 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.

7.23.7.4.4 DME/N. Si, después de un período de 30 s, no se ha establecido seguimiento, la frecuencia de repetición de pares de impulsos no excederá de 30 pares de impulsos por segundo a partir de ese momento.

7.23.7.4.5 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 |
| c) Seguimiento en modo de aproximación inicial; | 16 |
| d) Seguimiento en modo de aproximación final. | 40 |

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.

Lo que se persigue es que todos los cambios del PRF se efectúen por medios automáticos.

7.23.7.5 Número de aeronaves que puede atender el sistema.

7.23.7.5.1 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.

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

7.23.7.6 Identificación del transpondedor.

7.23.7.6.1 Todos los transpondedores transmitirán una señal de identificación en una de las siguientes formas requeridas por el numeral 7.23.7.6.5:

- Una identificación "independiente" que conste de impulsos de identificación codificadas (código Morse internacional) que pueda usarse con todos los transpondedores;
- Una señal "asociada" que pueda usarse por los transpondedores combinados directamente con una instalación VHF de navegación que transmita ella misma una señal de identificación.

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.

7.23.7.6.2 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 el numeral 7.23.7.6.2.2. Estos impulsos tendrán características similares a las de los demás impulsos de las señales de respuesta.

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

7.23.7.6.2.2 DME/N. 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.

7.23.7.6.2.3 DME/P. Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempo de trabajo.

7.23.7.6.2.4 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.

7.23.7.6.2.5 El transpondedor DME/P no utilizará el par de impulsos igualadores indicados en el numeral 7.23.7.6.2.2.

7.23.7.6.3 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 seis palabras por minuto; y
- b) La característica del código de identificación y la velocidad de transmisión de letras del transpondedor DME se ajustará a lo siguiente para asegurar que el tiempo máximo total en que esté el manipulador cerrado no exceda de 5 segundos 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.

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 bordo como salida audible para el piloto, o pueden generarse otras frecuencias u opción del constructor del interrogador (véase el numeral 7.23.7.6.2.5).

7.23.7.6.4 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), 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.

7.23.7.6.5 Aplicación de la identificación.

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

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

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

7.23.7.7 Transición de modo del DME/P.

7.23.7.7.1 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).

7.23.7.7.2 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.

Lo estipulado en el numeral 7.23.7.7.1 no se aplica si el transpondedor es un DME/N o si el modo FA del transpondedor DME/P no funciona.

7.23.7.8 Eficacia del sistema. La precisión del sistema del DME/P, señalada en el numeral 7.31.7.1.4, se logrará con una eficacia del sistema igual o mayor del 50%.

7.23.8 Detalle de las características técnicas del transpondedor y equipo de control correspondiente.

7.23.8.1 Transmisor.

7.23.8.1.1 Frecuencia de operación. El transpondedor transmitirá en la frecuencia de respuesta adecuada al canal DME asignado (ver el numeral 7.23.7.3.3).

7.23.8.1.2 Estabilidad de frecuencia. La radiofrecuencia de operación no variará más de 0.002% en más o en menos de la frecuencia asignada.

7.23.8.1.3 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) 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 PIRE contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en frecuencias de 0.8 MHz por encima y 0.8 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal, no exceda, en cada caso, de 200 mW, y la PIRE contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz por encima y 2 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal no exceda, en cada caso de 2 mW. La PIRE contenida en cualquier banda de 0.5 MHz disminuirá monótonamente a medida que la frecuencia central de la banda se aparte de la frecuencia nominal del canal;
- 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.

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.

La potencia contenida en las bandas de frecuencia especificadas en el numeral 7.31.8.1.3 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.

7.23.8.1.4 Separación entre impulsos.

7.23.8.1.4.1 La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla en el numeral 7.23.8.5.1.

7.23.8.1.4.1 DME/N. La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0.25 \mu$ s.

7.23.8.1.4.3 DME/N. La tolerancia de la separación entre los impulsos del DME/N deberá ser de $\pm 0.10 \mu$ s.

7.23.8.1.4.4 DME/P. La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0.10 \mu$ s.

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

7.23.8.1.5 Potencia máxima de salida.

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

7.23.8.1.5.2 DME/N. La potencia isotrópica radiada equivalente de cresta no será inferior a la que se requiere para asegurar una densidad de potencia de impulso de cresta de -89 dBW/m^2 en todas las condiciones meteorológicas de operación y en todo punto dentro de la cobertura especificada en el numeral 7.23.7.1.2.

Si bien lo establecido en el numeral 7.23.8.1.5.2 implica contar con sensibilidad mejorada en el receptor del interrogador, se tiene la intención de que la densidad de potencia especificada en el numeral 7.23.8.1.5.1 esté disponible en el máximo alcance y en el máximo nivel de servicio especificado.

7.23.8.1.5.3 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 el numeral 7.23.7.1.2 a distancias mayores de 13 km (7 NM) a partir de la antena del transpondedor;
- b) -75 dBW/m² m² en todo punto dentro de la cobertura especificada en el numeral 7.23.7.1.2 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.

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

7.23.8.1.5.5 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).

7.23.8.1.5.6 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.

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.

7.23.8.1.6 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.

7.23.8.1.6.1 DME/N. El nivel de potencia espuria especificado en el numeral 7.31.8.1.6 será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

7.23.8.1.6.2 DME/P. El nivel de potencia espuria especificado en el numeral 7.31.8.1.6 será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

7.23.8.1.6.3 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.

7.23.8.1.6.4 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.

7.23.8.2 Receptor.

7.23.8.2.1 Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia de interrogación apropiada al canal DME asignado (véase el numeral 7.23.7.3.3).

7.23.8.2.2 Estabilidad de frecuencia. La frecuencia central del receptor no variará en más de $\pm 0.002\%$ de la frecuencia asignada.

7.23.8.2.3 Sensibilidad del transpondedor.

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

- a) -103 dBW/m^2 para el DME/N con un alcance de cobertura de más de 56 km (30 NM);
- b) -93 dBW/m^2 para el DME/N con un alcance de cobertura de no más de 56 km (30 NM);
- c) -86 dBW/m^2 para el DME/P en modo IA; y
- d) 75 dBW/m^2 para el DME/P en modo FA.

7.23.8.2.3.2 Las densidades mínimas de potencia especificadas en el numeral 7.23.8.2.3.1 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; y
- c) 80% para el DME/P en modo FA.

7.23.8.2.3.3 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 el numeral 7.23.8.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m^2 si se instala con el ILS y de -35 dBW/m^2 , si se instala para otros fines.

7.23.8.2.3.4 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 7.23.8.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m^2 .

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

7.23.8.2.3.6 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.

7.23.8.2.3.7 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.

7.23.8.2.3.4 Limitación de la carga.

7.23.8.2.3.4.1 DME/N. 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).

7.23.8.2.3.4.2 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.

7.23.8.2.3.5 Ruido. Cuando se interroge al receptor a las densidades de potencia especificadas en el numeral 7.23.8.2.3.1 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.

7.23.8.2.3.6 Anchura de banda.

7.23.8.2.3.6.1 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.

7.23.8.2.3.6.2 DME/N. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de la especificación del numeral 7.23.7.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 7.23.7.1.3.

7.23.8.2.3.6.3 DME/P — modo IA. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento del numeral 7.23.7.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 7.23.7.1.3. 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.

7.23.8.2.3.6.4 DME/P — modo FA. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento del numeral 7.23.7.1.3 cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 7.23.8.8.1.3. 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.

7.23.8.2.3.6.5 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 el numeral 7.23.8.2.3.3 para el DME/N y en el numeral 7.23.8.2.3.4 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.

7.23.8.2.3.7 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 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 el numeral 7.23.8.8.1.3.

7.23.8.2.3.8 Radiaciones espurias. La radiación de cualquier parte del receptor o de los circuitos conectados a él satisfará los requisitos estipulados en el numeral 7.31.8.1.6.

7.23.8.2.3.9 Supresión de CW y de ecos. La supresión de CW y de ecos deberá ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores. A este respecto, se entiende por ecos las señales no deseadas originadas por la transmisión por diferentes vías (reflexiones, etc.).

7.23.8.2.3.10 Protección contra la interferencia. 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.

7.23.8.4 Decodificación.

7.23.8.4.1 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 los numerales 7.23.8.8.1.3. y 7.23.8.8.1.4.

7.23.8.4.2 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.

7.23.8.4.3 DME/N — Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación con separación de $\pm 2 \mu\text{s}$, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en el numeral 7.23.8.2.3.3, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

7.23.8.4.4 DME/P — Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación con separación de $\pm 2 \mu\text{s}$, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en el numeral 7.23.8.2.3.3, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

7.23.8.5 Retardo de tiempo.

7.23.8.5.1 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.

Sufijo de canal	Modo de funcionamiento	SEPARACIÓN ENTRE PARES DE IMPULSOS (μs)		RETARDO (μs)	
		Interrogación	Respuesta	1er impulso Temporización	2º impulso Temporización
X	DME/N	12	12	50	50
	DME/P IA M	12	12	50	—
	DME/P FA M	18	12	56	—
					50
Y	DME/N	36	30	56	—
	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	—

W y X se multiplexan a la misma frecuencia.

Z e Y se multiplexan a la misma frecuencia.

7.23.8.5.2 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 $50 \mu\text{s}$ para los canales

del modo X y de 56 μs para los canales del modo Y, cuando se desee que los interrogadores de las aeronaves indiquen la distancia desde el emplazamiento del transpondedor.

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

7.23.8.5.3 Para el DME/N, el retardo del transpondedor deberá poderse ajustar a un valor apropiado entre el valor nominal del retardo menos 15 μs 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.

Aquellos modos que no permitan disponer del margen completo de 15 μs 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.

±7.23.8.5.3.1 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.

7.23.8.5.3.2 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.

7.23.8.5.3.3 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.

7.23.8.5.4 DME/N. Los transpondedores deberán estar emplazados lo más cerca posible del punto en que se requiere la indicación cero.

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.

7.23.8.5.5 Precisión.

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

7.23.8.5.5.1.1 DME/N. 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 deberá ser superior a $\pm 340 \text{ m}$ (0.183 NM) más 1.25% de la distancia medida.

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.

7.23.8.5.5.1.2 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 $\pm 185 \text{ m}$ (0.1 NM) al error total del sistema.

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.

7.23.8.5.2 DME/N. El transpondedor asociado a una ayuda para el aterrizaje no contribuirá con un error mayor de $\pm 0.5 \mu\text{s}$ [75 m (250 ft)] al error total del sistema.

7.23.8.5.2.3 DME/P — modo FA.

7.23.8.5.3.1 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.

7.23.8.5.3.2 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.

7.23.8.5.4 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.

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

7.23.8.6 Rendimiento.

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.

7.23.8.6.1 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 al numeral 7.23.7.5, y para el nivel mínimo de sensibilidad especificado en los numerales 7.23.8.2.3.1 y 7.23.8.2.3.5.

7.23.8.6.2 Tiempo muerto del transpondedor. El receptor del transpondedor quedará inactivo durante un período que normalmente no exceda de $60 \mu\text{s}$ 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.

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

7.23.8.7 Supervisión y control.

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

7.23.8.7.2 Supervisión del DME/N.

7.23.8.7.2.1 Si se presenta alguna de las condiciones especificadas en el numeral 7.23.8.7.2.2, 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; y
- c) El transpondedor auxiliar, si se dispone del mismo, se pondrá automáticamente en funcionamiento.

7.23.8.7.2.2 El equipo monitor funcionará en la forma especificada en el numeral 7.23.8.7.2.1, si:

- a) El retardo del transpondedor difiere del valor asignado en $1 \mu\text{s}$ [150 m (500 ft)] o más;
- b) \neq En el caso de un DME/N asociado con una ayuda para el aterrizaje, el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en $0.5 \mu\text{s}$ 75 m (250 ft)] o más.

7.23.8.7.2.3 El equipo monitor deberá funcionar en la forma especificada en el numeral 7.23.8.7.2.1, si la separación entre el primer y el segundo impulso del par de impulsos del transpondedor difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura en el numeral 7.23.8.5.1, en $1 \mu\text{s}$ o más.

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

- 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 el numeral 7.23.8.1.4 en $1 \mu\text{s}$ 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).

7.23.8.7.2.5 Se proporcionarán medios a fin de que las condiciones y funcionamiento defectuoso enumerados en los numerales 7.23.8.7.2.2, 7.23.8.7.2.3 y 7.23.8.7.2.4 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.

7.23.8.7.2.6 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.

7.23.8.7.3 Supervisión del DME/P.

7.23.8.7.3.1 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 7.23.8.5.2.3 o 7.23.8.5.4 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 PIRE a un valor inferior del necesario para satisfacer los requisitos especificados en el numeral 7.23.8.5.2.3, 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 7.23.8.2.3, 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 impulsos del par de impulsos de respuesta del transpondedor difiere del valor especificado en la tabla que figura en el numeral 7.23.8.5.1 en $0.25 \mu\text{s}$, o más, durante un período de más de un segundo.

7.23.8.7.3.2 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 $0.3 \mu\text{s}$ o disminuyera a menos de $0.2 \mu\text{s}$.

7.23.8.7.3.3 El período durante el cual se radia una información de guía errónea no excederá de los valores especificados en el numeral 7.23.8.7.3.1. 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.

7.23.8.7.3.4 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.

7.23.8.7.3.5 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.

7.23.8.8 Características técnicas del interrogador.

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; y
- b) Pueda dar lecturas precisas de distancia.

7.23.8.8.1 Transmisor.

7.23.8.8.1.1 Frecuencia de operación. El interrogador transmitirá en la frecuencia de la interrogación apropiada al canal DME asignado (véase el numeral 7.23.7.3.3). Esta especificación no excluye el uso de interrogadores de a bordo que tengan menos del número total de canales de operación.

7.23.8.8.1.2 Estabilidad de frecuencia. La radiofrecuencia de operación no variará en más de ± 100 kHz del valor asignado.

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

- a) Tiempo de aumento del impulso:
 - 1) DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de $3 \mu\text{s}$;
 - 2) DME/P. El tiempo de aumento de impulso no excederá de $1.6 \mu\text{s}$. Para el modo FA, el impulso tendrá un tiempo de aumento parcial de $0.25 \pm 0.05 \mu\text{s}$. 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.— El tiempo de aumento del impulso no deberá exceder de $1.2 \mu\text{s}$.
- b) La duración del impulso será de $3.5 \mu\text{s} \pm 0.5 \mu\text{s}$;
- c) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de $25 \mu\text{s}$, pero no excederá de $3.5 \mu\text{s}$.
- d) La amplitud instantánea del impulso entre el punto del borde anterior que tiene 95% de la amplitud máxima y el punto del borde posterior que tiene el 95% de la amplitud máxima, no tendrá en ningún momento un valor inferior al 95% de la amplitud máxima de tensión del impulso.

- e) El espectro de la señal modulada por impulso será tal que, por lo menos, el 90% de la energía de cada impulso estará en la banda de 0.5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal.
- f) Para aplicar correctamente las técnicas de fijación de umbrales, la magnitud instantánea de las señales transitorias que acompañen la activación del impulso y que ocurren antes del origen virtual, serán inferiores al 1% de la amplitud máxima del impulso. El proceso de activación no se iniciará durante el microsegundo anterior al origen virtual.

El límite inferior del tiempo de aumento del impulso del numeral 7.23.8.8.1.3 a) y del tiempo de disminución del numeral 7.23.8.8.1.3 c), se rigen por los requisitos de espectro del numeral 7.23.8.8.1.3 e).

Aun cuando el inciso e) del numeral 7.23.8.8.1.3 requiera un espectro prácticamente obtenible, es conveniente hacer lo posible por conseguir las siguientes características de control del espectro: el espectro de la señal modulada por impulso es tal que la potencia contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en frecuencias superiores en 0.8 MHz e inferiores en 0.8 MHz respecto a la frecuencia nominal del canal es en cada caso por lo menos de 23 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. La potencia contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz más o 2 MHz menos que la frecuencia nominal del canal es en cada caso por lo menos de 38 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0.5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. Todo lóbulo adicional del espectro es de menor amplitud que el lóbulo adyacente más cercano a la frecuencia nominal del canal.

7.238.8.1.4 Separación entre impulsos.

7.23.8.8.1.4.1 La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla que figura en el numeral 7.23.8.5.1.

7.23.8.8.1.4.2 DME/N. La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0.5 \mu\text{s}$.

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

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

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

7.23.8.8.1.4.5 Frecuencia de repetición de los impulsos.

7.23.8.8.1.4.5.1 La frecuencia de repetición de los impulsos será la especificada en el numeral 7.23.7.4.

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

7.23.8.8.1.4.5.3 DME/P. A los efectos de lograr la precisión de sistema especificada en el numeral 7.23.7.1.4, 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.

7.23.8.8.1.5 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 μw (-47 dBW).

Aunque la radiación espuria CW entre impulsos se limita a los niveles que no exceden de -47 dBW, se advierte que donde se emplean interrogadores DME y transpondedores de radar secundario de vigilancia en la misma aeronave, puede ser necesario proveer protección al SSR de a bordo en la banda de 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 y 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.

7.23.8.8.1.6 La potencia espuria del impulso recibida y medida según las condiciones establecidas en el numeral 7.23.8.8.1.5 deberá ser 80 dB por debajo de la potencia de cresta requerida recibida del impulso.

Si bien se recomienda la limitación de la radiación espuria CW entre impulsos a niveles que no excedan de 80 dB por debajo de la potencia de cresta recibida del impulso, se debe tener cuidado cuando los usuarios empleen transpondedores radar secundarios de vigilancia en la misma aeronave, de que quizá sea necesario limitar la CW directa y radiada a no más de 0.02 μW 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.

7.31.8.8.1.7 DME/P. La PIRE de cresta no será inferior a la requerida para asegurar las densidades de potencia señaladas en el numeral 7.31.8.2.3.1 en todas las condiciones meteorológicas de operación.

7.23.8.8.2 Retardo.

7.23.8.8.2.1 El retardo estará de acuerdo con los valores indicados en la tabla que figura en el numeral 7.31.8.5.1.

7.23.8.8.2.2 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.

7.23.8.8.2.3 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.

7.23.8.8.2.4 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.

7.23.8.8.2.5 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.

7.23.8.8.3 Receptor.

7.23.8.8.3.1 Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia del transpondedor apropiada al canal DME en operación asignado (véase el numeral 7.31.7.3.3).

7.23.8.8.3.2 Sensibilidad del receptor.

7.23.8.8.3.2.1 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 7.23.8.8.3.4, para la densidad de potencia de señal especificada en el numeral 7.23.8.1.5.2.

7.23.8.8.3.2.2 DME/P. La densidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en los numerales 7.23.8.8.3.4.2 y 7.23.8.8.3.4.3, para las densidades de potencia de señal especificadas en el numeral 7.23.8.1.5.3.

7.23.8.8.3.2.3 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 el numeral 7.23.8.1.5 y un valor máximo de -18 dBW/m².

7.23.8.8.3.2.4 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 el numeral 7.23.8.1.5 y un valor máximo de -18 dBW/m².

7.23.8.8.3.3 Anchura de banda.

7.23.8.8.3.3.1 DME/N. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación del numeral 7.23.7.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 7.23.8.1.3.

7.23.8.8.3.3.2 DME/P — modo IA. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación del numeral 7.23.7.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 7.23.8.1.3. 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.

7.23.8.8.3.3.3 DME/P — modo FA. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación del numeral 7.23.7.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 7.23.8.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 6 MHz y la anchura de 60 dB no excederá de 20 MHz.

7.23.8.8.3.3.4 Rechazo de interferencia.

7.23.8.8.3.3.4.1 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.

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

7.23.8.8.3.3.4.2 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.

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

7.23.8.8.3.3.5 Decodificación.

A

Handwritten signatures and initials on the right side of the page, including a large signature at the top, several smaller initials, and a signature at the bottom right.

7.23.8.8.3.3.5.1 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 7.23.8.1.4.

7.23.8.8.3.3.5.2 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.

7.23.8.8.3.3.5.3 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.

7.23.8.8.3.4 Precisión.

7.23.8.8.3.4.1 DME/N. El interrogador no contribuirá con un error superior a $\pm 315 \text{ m}$ ($\pm 0.17 \text{ NM}$) o 0.25% del alcance indicado, lo que sea mayor, al error total del sistema.

7.23.8.8.3.4.2 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.

7.23.8.8.3.4.3 DME/P — modo FA.

7.23.8.8.3.4.3.1 Norma de precisión 1. El interrogador no contribuirá con un error de más de $\pm 15 \text{ m}$ ($\pm 50 \text{ ft}$) al PFE total del sistema y con un error de más de $\pm 10 \text{ m}$ ($\pm 33 \text{ ft}$) al CMN total del sistema.

7.23.8.8.3.4.3.2 Norma de precisión 2. El interrogador no contribuirá con un error de más de $\pm 7 \text{ m}$ ($\pm 23 \text{ ft}$) al PFE total del sistema y con un error de más de $\pm 7 \text{ m}$ ($\pm 23 \text{ ft}$) al CMN total del sistema.

7.23.8.8.3.5 DME/P. El interrogador logrará la precisión especificada en 7.23.7.1.4 con una eficacia de sistema del 50% o más.

7.24 Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz).

7.24.1 Equipo.

7.24.1.1 Frecuencias. Las emisiones de las radiobalizas VHF en ruta se harán en una radiofrecuencia de $75 \text{ MHz} \pm 0.005\%$.

7.24.1.2 Características de las emisiones.

7.24.1.2.1 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%.

7.24.1.2.2 La frecuencia del tono de modulación será de $3\,000 \text{ Hz} \pm 75 \text{ Hz}$.

7.24.1.2.3 La radiación se polarizará horizontalmente.

7.24.1.2.4 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.

7.24.1.2.5 Zona de servicio y diagrama de radiación.

La zona de servicio y el diagrama de radiación de las radiobalizas se establecerán generalmente por el proveedor de los servicios de navegación aérea, a base de los requisitos de operación teniendo en cuenta las recomendaciones de las conferencias regionales.

El diagrama de radiación más conveniente sería el que:

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

7.24.1.2.6 Determinación de la cobertura. Los límites de cobertura de las radiobalizas se determinarán basándose en la intensidad de campo especificada en el numeral 7.16.3.2.

7.24.1.2.7 Diagrama de radiación. 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.

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

7.24.1.3 Equipo monitor. Para cada radiobaliza deberá instalarse equipo apropiado de control que indique en un lugar adecuado:

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

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

7.25.1 Los conceptos a los que hace referencia esta sección se encuentran en el apartado de Definiciones y Abreviaturas.

7.25.2 Generalidades.

7.25.2.1 Funciones.

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

7.25.2.2 Elementos del GNSS.

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

- a) El sistema mundial de determinación de la posición (GPS) que proporciona el servicio de determinación de la posición normalizado (SPS);
- b) El sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) que proporciona la señal de navegación de canal de exactitud normal (CSA);
- c) Galileo que proporciona el servicio abierto (OS) de frecuencia única y frecuencia doble;
- d) Sistema de navegación por satélite Bei Dou (BDS) que proporciona el servicio abierto (OS de BDS);
- e) El sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS);
- f) El sistema de aumentación basado en satélites (SBAS);
- g) El sistema de aumentación basado en tierra (GBAS);
- h) El sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS); y
- i) El receptor GNSS de aeronave definido en el numeral 7.25.3.6.

Para monitorizar la integridad del sistema es necesario emplear la aumentación especificada en el numeral 7.25.2.2.1 e), f), g) o h) a fin de cumplir con los requisitos de actuación indicados en el numeral 7.25.2.4.

7.25.2.3 Referencia de espacio y horaria.

7.25.2.3.1 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).

Si se emplean elementos del GNSS que no utilizan coordenadas WGS-84, habrán de aplicarse parámetros adecuados de conversión. Si la diferencia entre una referencia geodésica del GNSS y las coordenadas WGS-84 es insignificante para la aviación (p. ej., del orden de unos pocos centímetros), y si se especifica un límite de diferencia máxima, no será necesario aplicar ningún parámetro de conversión.

7.25.2.3.2 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).

7.25.2.4 Actuación de la señal en el espacio.

7.25.2.4.1 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

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

Para el servicio de aproximación GBAS 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.

7.25.3 Especificaciones de los elementos del GNSS.

7.25.3.1 Constelaciones principales.

7.25.3.1.1 Servicio de determinación de la posición normalizado (SPS) del GPS (L1, L5).

A menos que se especifique otra cosa, las normas de actuación especificadas en el numeral 7.25.3.1.1.1 al numeral 7.25.3.1.1.7 a continuación, se aplican a la telemetría de frecuencia única, empleando la señal L1 de código aproximativo/adquisición (C/A) o la señal L5 (código I5 o código Q5), y a la telemetría de doble frecuencia empleando una combinación de señales L1 y L5. Además, solo se aplican a datos actualizados y coherentes tanto de efemérides como de reloj dentro de los respectivos intervalos de ajuste de curva.

7.25.3.1.1.1 Exactitud de los segmentos espacial y de control.

7.25.3.1.1.1.1 Exactitud de la posición. Los errores de posición de la señal L1 de código C/A de frecuencia única no excederán de los límites siguientes:

	Promedio mundial 95% del tiempo	Peor emplazamiento 95% del tiempo
Error de posición horizontal.	8 m	15 m
Error de posición vertical.	13 m	33 m

7.25.3.1.1.1.2 Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo SPS del GPS no excederán de 30 nanosegundos el 95% del tiempo.

7.25.3.1.1.1.3 Exactitud en cuanto a dominio de distancia. El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes durante operaciones normales para datos de todas las edades:

- Error de distancia de cualquier satélite — 30 m con la fiabilidad especificada en el numeral 7.25.3.1.1.3;
- Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0.006 m por segundo (promedio mundial);
- Error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0.002 m; (promedio mundial);
- Error telemétrico de percentil 95 de cualquier satélite 7.0 m (promedio mundial); y
- Error telemétrico de percentil 95 de todos los satélites que ocupan posiciones orbitales definidas en la constelación — 2.0 m (promedio mundial).

7.25.3.1.1.2 Disponibilidad. La disponibilidad para los usuarios de la señal L1 de código C/A de frecuencia única será la siguiente:

- $\geq 99\%$ de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (15 m, umbral del 95%);
- $\geq 99\%$ de la disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (33 m, umbral del 95%);
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (15 m, umbral del 95%);
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (33 m, umbral del 95%).

7.25.3.1.1.3 Fiabilidad. La fiabilidad del SPS del GPS relativa a la estadística de error telemétrico del usuario (URE) de 30 m indicada en el numeral 7.25.3.1.1.3 a) estará dentro de los límites siguientes:

- Fiabilidad — por lo menos del 99.94% (promedio mundial); y
- Fiabilidad — por lo menos del 99.79% (peor promedio en un punto).

7.25.3.1.1.4 Probabilidad de falla importante del servicio.

7.25.3.1.1.4.1 Tasa de inicio de falla importante del servicio del satélite (R_{sat}). La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE) instantáneo de cualquier satélite sea superior a 4.42 veces el valor pertinente de error telemétrico del usuario de integridad asegurada (IAURA) en la radiodifusión 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.

7.25.3.1.1.4 Probabilidad de que se produzca una condición de falla importante del servicio del satélite (P_{sat}). La probabilidad de que en un instante dado el URE instantáneo de cualquier satélite sea superior a 4.42 veces el valor pertinente de IAURA radiodifundido por dicho satélite sin que se reciba una alerta en la antena de recepción del usuario dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a 1×10^{-5} .

7.25.3.1.1.4.3 Probabilidad de que se produzca una condición de falla importante del servicio debido a una causa común (P_{const}). La probabilidad de que en un instante dado el URE instantáneo de dos o más satélites sea superior a 4.42 veces el valor pertinente de IAURA radiodifundido por cada satélite debido a una falla común sin que se reciba una alerta en la antena de recepción del usuario dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a 1×10^{-8} .

7.25.3.1.1.5 Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la SIS L1 C/A de una posición orbital de la constelación de 24 posiciones orbitales debido a una interrupción no programada no será superior a 2×10^{-4} por hora.

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

7.25.3.1.1.7 Disponibilidad de la constelación. La probabilidad de que 21 o más de las 24 posiciones orbitales estén ocupadas, bien sea por un satélite que esté radiodifundiendo una señal L1 C/A rastreadable y funcional en la configuración básica de posiciones orbitales, o por un par de satélites, cada uno radiodifundiendo una señal L1 C/A rastreadable y funcional en las configuraciones de posiciones orbitales ampliadas, será como mínimo de 0.98. La probabilidad de que 20 o más de las 24 posiciones orbitales estén ocupadas, bien sea por un satélite que radiodifunde una señal L1 C/A rastreadable y funcional en la configuración básica de posiciones orbitales o por un par de satélites, cada uno radiodifundiendo una señal L1 C/A rastreadable y funcional en las configuraciones de posiciones orbitales ampliadas, será como mínimo de 0.99999.

No existe una norma correspondiente para la señal L5 o para las señales L1 C/A y L5 combinadas puesto que los satélites más antiguos de la constelación no tienen la capacidad de radiodifundir la señal L5.

7.25.3.1.1.8 Características de las radiofrecuencias (RF).

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.1.1.1 se especifican determinadas características de la señal L1 y en el Apéndice Normativo A, numeral 3.1.1.4 de la señal L5

7.25.3.1.1.8.1 Frecuencia portadora L1. Cada satélite GPS radiodifundirá una señal SPS telemétrica a una frecuencia portadora de 1 575.42 MHz (GPS L1) utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

7.25.3.1.1.8.2 Frecuencia portadora L5. Algunos satélites GPS radiodifundirán, además, una señal SPS telemétrica a una frecuencia portadora de 1 176.45 MHz (GPS L5) utilizándose el CDMA.

7.25.3.1.1.8.3 Espectro de señal. La potencia de las señales L1 y L5 estará dentro de una de las bandas de ± 12 MHz con centro en las frecuencias portadoras respectivas: 1 563.42 - 1 587.42 MHz para la señal L1 y 1 164.45 - 1 188.45 para la señal L5.

7.25.3.1.1.8.4 Polarización. Las señales RF L1 y L5 transmitidas serán de polarización circular dextrógira.

7.25.3.1.1.8.5 Estructura de la señal. La señal L1 C/A constará de un componente de portadora. La señal L5 constará de dos componentes de portadora: un componente en fase (I5) y un componente en cuadratura (Q5) retrasado 90° con respecto al componente en fase.

7.25.3.1.1.8.6 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 en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté dentro de las siguientes gamas para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación: -158.5 dBW a -153 dBW para la señal L1 C/A y -157.9 dBW a -150 dBW para cada uno de los canales I5 e Q5 de la señal L5.

7.25.3.1.1.8.7 Modulación. Cada señal L1 y L5 SPS será modulada por desplazamiento de fase bipolar (BPSK) con un ruido pseudoaleatorio (PRN). El código C/A de la señal L1 tendrá una tasa de 1.023 megachips por segundo. Los códigos I5 y Q5 tendrán una tasa de 10.23 megachips por segundo.

7.25.3.1.1.8.7.1 Se repetirán las secuencias I5 y Q5 de código C/A cada milisegundo.

7.25.3.1.1.8.7.2 La secuencia de códigos transmitida en L1 será la adición Módulo 2 de un mensaje de navegación existente de 50 bits por segundo (LNAV) y el código C/A.

7.25.3.1.1.8.7.3 La secuencia de código transmitido en I5 será la adición Módulo 2 de un mensaje de navegación civil (CNAV) de 50 bits por segundo (a una tasa de código convolucional de 1/2 en un tren de 100 símbolos por segundo), un código superpuesto Neuman-Hofman transmitido a 1 kbps, y el código I5. La secuencia del código transmitido en Q5 será la adición Módulo 2 de un código superpuesto Neuman-Hofman de 20 bits transmitido a 1 kbps y el código Q5.

La señal Q5 no está modulada con datos de navegación.

7.25.3.1.1.8.7.4 Coherencia de señal. Todas las señales transmitidas desde cualquier satélite se derivarán coherentemente del mismo patrón de frecuencias de a bordo. En el canal L5, la diferencia horaria media entre las transiciones de chips de las dos señales moduladoras, I5 y Q5, no será mayor de 10 nanosegundos.

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

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

7.25.3.1.1.11 Información para la navegación. Los datos de navegación transmitidos por los satélites en L1 y L5 comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:

- a) Hora de transmisión del satélite;
- b) Posición del satélite;
- c) Funcionalidad del satélite;
- d) Corrección del reloj de satélite;
- e) Efectos de retardo de propagación;
- f) Transferencia de tiempo a UTC; y
- g) Estado de la constelación.

La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice Normativo A, en los numerales 3.1.1.1.2 y 3.1.1.1.3, para L1, y en los numerales 3.1.1.1.5 y 3.1.1.1.6 para L5.

7.25.3.1.2 Canal de exactitud normal (CSA) (L1) del GLONASS. 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.

7.25.3.1.2.1 Exactitud de los segmentos espacial y de control. En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor.

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

7.25.3.1.2.1.2 Exactitud de transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo del CSA del GLONASS no excederán de los siguientes límites el 95% del tiempo.

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
	40 ns	40 ns	40 ns	40 ns	40 ns

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

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Error de distancia de cualquier satélite con la fiabilidad especificada en 3.7.3.1.2.3	18 m	18 m	18 m	18 m	18 m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite	11.7 m	11.7 m	11.7 m	11.7 m	11.7 m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de todos los satélites	7.8 m	7.8 m	7.8 m	7.8 m	7.8 m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite	0.014 m/s	0.014 m/s	0.014 m/s	0.014 m/s	0.014 m/s
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite	0.005 m/s ²	0.005 m/s ²	0.005 m/s ²	0.005 m/s ²	0.005 m/s ²

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

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Emplazamiento promedio:					
Disponibilidad del servicio horizontal	99 %, (12 m, umbral del 95 %)	99 %, (12 m, umbral del 95 %)	99 %, (12 m, umbral del 95 %)	99 %, (12 m, umbral del 95 %)	99 %, (12 m, umbral del 95 %)
Disponibilidad del servicio vertical	99 %, (25 m, umbral del 95 %)	99 %, (25 m, umbral del 95 %)	99 %, (25 m, umbral del 95 %)	99 %, (25 m, umbral del 95 %)	99 %, (25 m, umbral del 95 %)
Peor emplazamiento:					
Disponibilidad del servicio horizontal	90 %, (12 m, umbral del 95 %)	90 %, (12 m, umbral del 95 %)	90 %, (12 m, umbral del 95 %)	90 %, (12 m, umbral del 95 %)	90 %, (12 m, umbral del 95 %)
Disponibilidad del servicio vertical	90 %, (25 m, umbral del 95 %)	90 %, (25 m, umbral del 95 %)	90 %, (25 m, umbral del 95 %)	90 %, (25 m, umbral del 95 %)	90 %, (25 m, umbral del 95 %)

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

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Promedio mundial	99.37 %	99.37 %	99.37 %	99.37 %	99.37 %
Peor promedio en un punto	99.14 %	99.14 %	99.14 %	99.14 %	99.14 %

7.25.3.1.2.4 Probabilidad de falla importante del servicio. La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE) de cualquier satélite sea superior a la tolerancia siguiente sin que se reciba una alerta en la antena de recepción dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a la siguiente probabilidad:

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Falla de un satélite único (P _{sat})	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)

7.25.3.1.2.5 Probabilidad de falla de la constelación. La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE) demás de un satélite sea superior a la tolerancia siguiente simultáneamente sin que se reciba una alerta en la antena de recepción dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a la siguiente probabilidad:

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Falla de un satélite único (P _{const})	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)	1×10^{-4} , (umbral de 70 m)

7.25.3.1.2.6 Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la señal funcional CSA del GLONASS de un intervalo de la constelación de 24 intervalos nominales debido a una interrupción no programada no será superior al siguiente límite:

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF- L3OC	L1OC - L3OC
Continuidad de la señal	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}

7.25.3.1.2.7 Cobertura. El CSA del GLONASS cubrirá la superficie de la tierra hasta una altitud de 2 000 km.

7.25.3.1.2.8 Características RF de L1OF.

7.25.3.1.2.8.1 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).

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

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).

7.25.3.1.2.8.2 Espectro de señal. La potencia de señal CSA del GLONASS estará dentro de la banda de ± 5.75 MHz con centro en cada frecuencia portadora del GLONASS.

7.25.3.1.2.8.3 Polarización. La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.

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

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).

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

7.25.3.1.2.8.5 Modulación.

7.25.3.1.2.8.5.1 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 pseudoaleatorios cada milisegundo.

7.25.3.1.2.8.5.2 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.

7.25.3.1.2.9 Características RF de L3OC.

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.1.2.1.5 se especifican las características RF detalladas.

7.25.3.1.2.9.1 Frecuencia portadora. Las señales de navegación L3OC del GLONASS se radiodifundirán a una frecuencia portadora de 1 202.025 MHz utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

7.25.3.1.2.9.2 Espectro de señal. La potencia de la señal L3OC para el CSA del GLONASS estará dentro de una banda de 1 190.35 – 1 212.23 MHz.

7.25.3.1.2.9.3 Polarización. La señal L3OC transmitida será de polarización circular dextrógira.

7.25.3.1.2.9.4 Nivel de potencia de señal. Las señales de navegación L3OC del GLONASS se radiodifundirán 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 en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté dentro de la gama de -158.5 dBW a -155.2 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

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).

7.25.3.1.2.9.5 Modulación

7.25.3.1.2.9.5.1 Las señales de navegación L3OC del GLONASS contendrán dos componentes que utilizarán el mismo tren binario de modulación BPSK(10): un componente de datos en fase y un componente piloto de fase en cuadratura, denominados L3OCd y L3OCp respectivamente. El componente piloto precede al componente de datos por $\pi/2$ radianes.

7.25.3.1.2.9.5.2 Se generará el componente de la señal L3OCd mediante la adición Módulo 2 de las tres señales binarias siguientes:

- Código telemétrico de una longitud $N = 10230$, período $T = 1$ ms, velocidad de transmisión de 10.23 MHz;
- Mensaje de navegación transmitido a 100 bits/s y codificado mediante un codificador convolucional limitado a una longitud de 7 y una velocidad de transmisión de 1/2 para generar 200 símbolos por segundo; y
- Código de superposición "00010" con un período de $T = 5$ ms.

7.25.3.1.2.9.5.3 Se generará el componente de la señal L3OCp mediante la adición Módulo 2 de las dos señales binarias siguientes:

- Código telemétrico de una longitud $N = 10230$, período $T = 1$ ms, velocidad de transmisión de 10.23 MHz; y
- Código de superposición "0000110101" con un período de $T = 10$ ms.

7.25.3.1.2.10 Características RF de L1OC

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.1.2.1.5 se especifican las características RF detalladas.

7.25.3.1.2.10.1 Frecuencia portadora. Las señales de navegación L1OC del GLONASS se radiodifundirán a una frecuencia portadora de 1600.995 MHz utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

7.25.3.1.2.10.2 Espectro de señal. La potencia de señal L1OC del CSA del GLONASS estará dentro de una banda de 1 592.9 – 1 610 MHz.

7.25.3.1.2.10.3 Polarización. La señal L1OC transmitida será de polarización circular dextrógira.

7.25.3.1.2.10.4 Nivel de potencia de señal. Las señales L1OC de navegación del GLONASS se radiodifundirán 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 en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi dirección de propagación.

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).

7.25.3.1.2.10.5 Modulación

7.25.3.1.2.10.5.1 Las señales de navegación L1OC del GLONASS contendrán dos componentes: un componente de datos y un componente piloto, identificados como L1OCd y L1OCp respectivamente. Ambos componentes estarán en una fase en cuadratura mediante multiplexaje por distribución en el tiempo. La señal L1OCd se modulará por desplazamiento de fase binaria BPSK (1), mientras que con la señal L1OCp se modulará por desplazamiento binario (BOC) de la fase de la portadora (1.1).

7.25.3.1.2.10.5.2 Se generará el componente de la señal L1OCd mediante la adición Módulo 2 de las tres señales binarias siguientes:

- a) Código telemétrico de una longitud $N = 1023$, período $T = 2$ ms, velocidad de transmisión de 0.5115 MHz;
- b) Mensaje de navegación transmitido a 125 bits/s y codificado mediante un codificador convolucional limitado a una longitud de 7 y una velocidad de transmisión de 1/2 para generar 250 símbolos por segundo; y
- c) Código de superposición "01" con un período de $T = 4$ ms.

7.25.3.1.2.10.5.3 Se generará el componente de la señal L1OCp mediante la adición Módulo 2 de las dos señales binarias siguientes:

- a) Código telemétrico de una longitud $N = 4092$, período $T = 8$ ms, velocidad de transmisión de 0.5115 MHz; y
- b) Secuencia de serpenteo "0101" con una velocidad de transmisión de 2.046 MHz.

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

7.25.3.1.2.12 Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas del GLONASS será el PZ-90.

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

- a) Hora de transmisión del satélite;
- b) Posición del satélite;
- c) Funcionalidad del satélite;
- d) Corrección del reloj de satélite;
- e) Transferencia de tiempo a UTC; y
- f) Estado de la constelación;
- g) Efectos del retardo ionosférico (L1OC, L3OC solamente); y
- h) Orientación del satélite en umbra (L1OC, L3OC solamente).

7.25.3.2 Reservado.

7.25.3.3 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).

7.25.3.3.1 Actuación. La función ABAS en combinación con uno o más de los otros elementos del GNSS y tanto el receptor GNSS sin falla, como el sistema de aeronave sin falla utilizados para la función ABAS satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad indicados en el numeral 7.25.2.4 para la operación prevista.

7.25.3.4 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).

Todos los sistemas SBAS deben cumplir los requisitos de esta sección y del Apéndice Normativo A, numeral 3.5, excepto cuando en el requisito se mencione una condición específica (por ej., la prestación de funciones opcionales).

7.25.3.4.1 Actuación. El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad del sistema para la operación prevista según lo indicado en el numeral 7.25.2.4. en toda el área de servicio correspondiente (véase el numeral 7.25.3.4.4).

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.

7.25.3.4.1.1 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 el numeral 7.25.2.4 en toda el área de cobertura del SBAS.

Con SBAS L1, pueden usarse mensajes de tipo 27 o 28 para cumplir los requisitos de integridad en el área de cobertura.

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

- a) Telemetría mediante SBAS L1: proporcionar una señal adicional de telemetría con un indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS (numeral 7.25.3.4.3 y en Apéndice Normativo A, numeral 3.4.7.2);
- b) Estado de los satélites GNSS mediante SBAS L1: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (Apéndice Normativo A, numeral 3.4.7.3);
- c) Correcciones diferenciales básicas mediante SBAS L1: 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 por la señal L1 (Apéndice Normativo A, numeral 3.4.7.4);
- d) Correcciones diferenciales precisas mediante SBAS L1: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas de L1 y los datos de integridad correspondientes (Apéndice Normativo A, numeral 3.4.7.5);
- e) Telemetría por SBAS para constelaciones múltiples de frecuencia doble (DFMC): proporcionar medios adicionales de telemetría libre de ionosfera utilizando las señales L1 y L5 de los satélites SBAS Apéndice Normativo A, numeral 3.4.14.2; y
- f) Corrección diferencial por SBAS DFMC en libre ionosfera: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS, las correcciones de efemérides y reloj que han de aplicarse a las mediciones de pseudodistancia libre de ionosfera desde los satélites Apéndice Normativo A, numeral 3.4.14.3 y los datos de integridad correspondientes.

Para los usuarios de una única frecuencia, si se proporcionan las funciones b) y c) el SBAS en combinación con una o más constelaciones principales de satélites puede dar servicio para operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximación que no es de precisión, y si además de b) y c) se proporciona la función d), el SBAS también puede dar servicio para operaciones de aproximación de precisión, incluida la 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.

Para los usuarios de dos frecuencias, si se proporciona la función f), el SBAS en combinación con una o más constelaciones principales de satélites puede dar servicio para operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximación que no es de precisión y para operaciones de aproximación de precisión, incluida la Categoría I.

Para proporcionar la función e), el SBAS necesita transmitir una señal L1 que reúna los requisitos para telemetría libre de ionosfera utilizando mediciones de pseudodistancia en L1 y L5.

Las correcciones ionosféricas se transmiten únicamente en L1. Los usuarios de dos frecuencias utilizan mediciones de pseudodistancia libre de ionosfera y no necesitan correcciones ionosféricas. En Apéndice Normativo A, numeral 3.5.15.1 se define en más detalle la combinación de pseudodistancia libre de ionosfera para el SBAS DFMC.

7.25.3.4.3 Telemetría. Cuando el SBAS proporcione servicio de telemetría, serán de aplicación las normas siguientes:

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

7.25.3.4.3.2 La probabilidad de que el error de distancia de SBAS L1 exceda de 150 m (490 ft) en cualquier hora no excederá de 10^{-5} .

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

7.25.3.4.3.4 El error de cambio de distancia no excederá de 2 m (6.6 ft) por segundo.

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

7.25.3.4.4 Área de servicio. Un área de servicio del SBAS para cualquier tipo aprobado de operación será un área definida dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en el numeral 7.25.2.4 que correspondan.

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

El área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS (es decir, la unión de las proyecciones de satélites SBAS).

7.25.3.4.5 Características RF de la señal SBAS L1.

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.4.2, se especifican las características RF detalladas de la señal L1.

7.25.3.4.5.1 Frecuencia portadora de la señal L1. La frecuencia portadora de la señal L1 será de 1575.42 MHz.

7.25.3.4.5.2 Espectro de señal de L1. Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión de la señal L1 estará comprendido dentro de una banda de ± 12 MHz con centro en la frecuencia L1. La anchura de banda de la señal L1 transmitida por un satélite SBAS será por lo menos de 2.2 MHz.

El enlace RF de SBAS L1 tiene que proporcionar una mayor anchura de banda de transmisión para apoyar la figura de exactitud telemétrica del SBAS del Apéndice Normativo A, numeral 3.5.15.4.1, para el servicio de telemetría por SBAS DFMC. Una mayor anchura de banda de transmisión mejorará la actuación del servicio de telemetría mediante SBAS L1.

7.25.3.4.5.3 Nivel de potencia de señal L1 de un satélite SBAS.

7.25.4.5.3.1 Cada satélite SBAS puesto en órbita antes del 1 de enero de 2014 radiodifundirá señales de navegación en L1 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.

7.25.3.4.5.3.2 Cada satélite SBAS que radiodifunda una señal L1 puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013 cumplirá los requisitos siguientes:

- Radiodifundirá señales de navegación en L1 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 de un satélite en órbita geoestacionaria GEO susceptible de rastreo, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de la antena especificada en la Tabla B-88A sea como mínimo de -164.0 dBW;
- El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura GEO no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo;
- El nivel de una señal RF SBAS en L1 recibida en el puerto de una antena de 0 dBic emplazada cerca del suelo no será superior a -152.5 dBW;
- La elipticidad de la señal de radiodifusión L1 no será peor que 2 dB para el intervalo angular de $\pm 9.1^\circ$ desde la línea de mira.

7.25.3.4.5.4 Polarización. La señal de radiodifusión en L1 será de polarización circular dextrógira.

7.25.3.4.5.5 Modulación. La secuencia transmitida en L1 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 1 023 bits. Seguidamente se modulará en la BPSK a una velocidad de transmisión de 1 023 mega elementos por segundo.

7.25.3.4.6 Características de RF de la señal L5 de SBAS.

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.4.9, se especifican en detalle las características de RF de la señal L5.

7.25.3.4.6.1 Frecuencia portadora de la señal L5. La frecuencia portadora de la señal L5 será de 1176.45 MHz.

7.25.3.4.6.2 Espectro de la señal L5. Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión de la señal L5 estará comprendido dentro de una anchura de banda con centro en la frecuencia L5 y en la gama de 20 MHz a 24 MHz.

7.25.4.6.3 Nivel de potencia de la señal L5. Cada uno de los satélites SBAS que radiodifunden una señal L5 cumplirá los requisitos adicionales siguientes:

- El satélite radiodifundirá señales de navegación en L5 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 rastreable, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi sea como mínimo de -158 dBW para todas las orientaciones de antena ortogonales a la dirección de propagación;
- El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura del satélite SBAS no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo;
- El nivel de una señal RF SBAS en L5 recibida en el puerto de una antena con polarización circular dextrógira de 0 dBic emplazada cerca del suelo no será superior a -150.5 dBW;
- La elipticidad de la señal de radiodifusión L5 no será peor que 2 dB para el intervalo angular de $\pm 9.1^\circ$ desde la línea de mira.

Los niveles de las señales recibidas, de a) a c), se miden dentro de una banda de frecuencia de ± 10 MHz con centro en la frecuencia L5.

7.25.3.4.6.4 Polarización. La señal transmitida en L5 tendrá polarización circular dextrógira.

7.25.3.4.6.5 Modulación. La secuencia transmitida en L5 en fase será el resultado de los 250 bits del mensaje de navegación, con una corrección de errores sin canal de retorno (FEC) aplicada a 500 símbolos por segundo, que es una codificación bi-binaria, y por último combinada con el código de ruido pseudoaleatorio de 10 230 bits, usando una adición Módulo 2. La secuencia resultante se modulará por BPSK a la portadora a una velocidad de transmisión de 10.23 megachips por segundo.

En el Apéndice Normativo A, numeral 3.4.9, se especifican en detalle las características de modulación de la L5.

7.25.3.4.7 Temporización

7.25.3.4.7.1 Hora de red SBAS (SNT) para SBAS L1. La diferencia entre la hora SNT de las correcciones de SBAS en L1 y GPS no excederá de 50 nanosegundos.

7.25.3.4.7.2 Hora de red SBAS (SNT) para SBAS DFMC. La diferencia entre la SNT de las correcciones del SBAS radiodifundidas en L5 y la referencia horaria de la constelación principal designada constelación de referencia (véase el parámetro del identificador de la referencia horaria en el Apéndice Normativo A, numeral 3.4.11.4, transmitido por SBAS DFMC) no excederá 1 microsegundo.

7.25.3.4.8 Información para la navegación de SBAS en L1. Entre los datos de navegación transmitidos por satélite de SBAS en L1 se incluirá la información necesaria que necesiten los servicios SBAS en L1 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 (opcional); y
- h) La condición del nivel de servicio.

7.25.3.4.9 Información de navegación de SBAS DFMC Entre los datos de navegación transmitidos por un satélite SBAS en L5 se incluirá la información que necesiten los servicios de SBAS DFMC para determinar:

- a) La hora de transmisión del satélite SBAS;
- b) La posición del satélite SBAS;
- c) La hora corregida de todos los satélites monitorizados;
- d) La posición corregida de todos los satélites monitorizados;
- e) La integridad de la posición del usuario; y
- f) La transferencia de tiempo a UTC (opcional).

La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice Normativo A, numerales 3.5.10 y 3.5.11, respectivamente.

7.25.3.5 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).

7.25.3.5.1 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 el numeral 7.25.2.4, dentro del volumen de servicio del servicio utilizado para la operación (véase el numeral 7.25.3.5.3).

Se prevé que el GBAS preste apoyo a toda clase de operaciones de aproximación, aterrizaje, salida y en la superficie y puede prestar apoyo a operaciones en ruta y 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.

7.25.3.5.2 Funciones. El GBAS desempeñará las siguientes funciones:

- a) Proporcionar correcciones localmente pertinentes de pseudodistancia;
- b) Proporcionar datos relativos al GBAS;
- c) Proporcionar datos del tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión;
- d) Proporcionar datos de disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica; y
- e) Monitorizar la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

7.25.3.5.3 Volumen de servicio.

7.25.3.5.3.1 Requisito general 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.

7.25.3.5.3.2 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:

- 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 el numeral 7.25.3.5.3.1;
- 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 el numeral 7.25.3.5.3.1.

7.25.3.5.3.3 Servicio de determinación de la posición GBAS. El área de servicio de determinación de la posición GBAS será aquella en la que pueda recibirse la radiodifusión de datos y en la que el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos del numeral 7.25.2.4 y en la que se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

7.25.3.5.4 Características de la radiodifusión de datos.

7.25.3.5.4.1 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.

7.25.3.5.4.2 Técnica de acceso. Se empleará una técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) con una estructura de trama fija. Se asignarán a la radiodifusión de datos de uno u ocho intervalos.

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. Es posible que algunas estaciones de radiodifusión GBAS en un sistema GRAS utilicen un solo intervalo de tiempo.

7.25.3.5.4.3 Modulación. Se transmitirán datos del GBAS como símbolos de 3 bits, modulándose la portadora de radiodifusión de datos por D8PSK, a una velocidad de transmisión de 10 500 símbolos por segundo.

7.25.3.5.4.4 Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos. 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.

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).

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 los numerales 7.25.3.5.3.1 y 7.25.3.5.3.2 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 isotrópica radiada equivalente nominal de 47dBm.

7.25.3.5.4.4.1 GBAS/H.

7.25.3.5.4.4.1.1 Se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

7.25.3.5.4.4.1.2 La potencia isotrópica 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 el numeral 7.25.3.5.3.1 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 el numeral 7.25.3.5.3.2, la potencia isotrópica 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.

7.25.3.5.4.4.2 GBAS/E.

7.25.3.5.4.4.2.1 Deberá radiodifundirse una señal polarizada elípticamente siempre que sea posible.

7.25.3.5.4.4.2 Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos del numeral 7.25.3.5.4.4.1.2 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.

7.25.3.5.4.5 Potencia transmitida en canales adyacentes. La magnitud de la potencia durante la transmisión en todas las condiciones de funcionamiento, medida en una anchura de banda de 25 kHz con centro en el *i*-ésimo canal adyacente, no excederá de los valores indicados en la Tabla 3.7.3.5-1.

7.25.3.5.4.6 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. La potencia total en cualquier señal VDB armónica o discreta no será superior a -53 dBm.

7.25.3.5.5 Información para la navegación. Entre los datos de navegación transmitidos por el GBAS se incluirá la siguiente información:

- a) Correcciones de pseudodistancia, hora de referencia y datos de integridad;
- b) Datos relacionados con el GBAS;
- c) Datos sobre el tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión; y
- d) Datos sobre disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica.

7.25.3.6 Receptor GNSS de aeronave.

7.25.3.6.1 El receptor GNSS de aeronave procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar.

7.25.4 Resistencia a interferencias.

7.25.4.1 El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en el numeral 7.25.2.4 y en el Apéndice Normativo A, numeral 3.6 en presencia del entorno de interferencias definido en el Apéndice Normativo A, numeral 3.6.

7.25.5 Base de datos.

7.25.5.1 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.

Tabla 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 (Nota 3)	Continuidad (Nota 4)	Disponibilidad (Nota 5)
En ruta	3.7 km (2.0 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7} / h$	5 min	$1 - 1 \times 10^{-4} / h$ ^a $1 - 1 \times 10^{-8} / h$	0.99 a 0.99999
En ruta, terminal	0.74 km (0.4 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7} / h$	15 s	$1 - 1 \times 10^{-4} / h$ ^a $1 - 1 \times 10^{-8} / h$	0.99 a 0.99999
Aproximación inicial, aproximación intermedia, aproximación que no es de precisión (NPA), salida	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7} / h$	10 s	$1 - 1 \times 10^{-4} / h$ ^a $1 - 1 \times 10^{-8} / h$	0.99 a 0.99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-I) (Nota 8)	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0.99 a 0.99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-II) (Nota 8)	16.0 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0.99 a 0.99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-II) (Nota 8)	16.0 m (52 ft)	6.0 m a 4.0 m (20 ft a 13 ft) (Nota 6)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0.99 a 0.99999

1. Los valores de percentil 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 Normativo A.

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. Estos límites de alerta son los siguientes:

OPERACIÓN ORDINARIA	LÍMITE HORIZONTAL DE ALERTA	LÍMITE VERTICAL DE ALERTA
En ruta oceánica/continental de baja densidad)	7.4 km (4 NM)	N/A
En ruta (continental)	3.7 km (2 NM)	N/A
En ruta, de terminal	1.85 km (1 NM)	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)	20.0 m (66 ft)
Aproximación de precisión de Categoría I	40.0 m (130 ft)	35.0 m a 10.0 m (115 ft a 33 ft))

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.

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 superiores que bastan para que el GNSS sea la única ayuda de navegación proporcionada en un área.

6. Se especifica una gama de valores para aproximaciones de precisión de Categoría I.

- 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 Normativo A, numeral 3.3;
- 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 3.7.3.5-1. Potencia de la radiodifusión GBAS transmitida en canales adyacentes.

CANAL	POTENCIA RELATIVA	POTENCIA MÁXIMA
1° adyacente	-40 dBc	12 dBm
2° adyacente	-65 dBc	-13 dBm
4° adyacente	-74 dBc	-22 dBm
8° adyacente	-88.5 dBc	-36.5 dBm
16° adyacente	-101.5 dBc	-49.5 dBm
32° adyacente	-105 dBc	-53 dBm
32° adyacente	-113 dBc	-61 dBm
64° adyacente	-115 dBc	-63 dBm
76° adyacente y más allá	-40 dBc	12 dBm

- Se aplica la máxima potencia si la potencia autorizada del transmisor excede de 150 W;

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

Tabla 3.7.3.5-2. Emisiones no deseadas de la radiodifusión GBAS.

FRECUENCIA	NIVEL RELATIVO DE EMISIÓN NO DESEADA (NOTA 2)	NIVEL MÁXIMO DE EMISIÓN NO DESEADA (NOTA 1)
9 kHz a 150 kHz	-93 dBc (Nota 3)	-55 dBm/1 kHz (Nota 3)
150 kHz a 30 MHz	-103 dBc (Nota 3)	-55 dBm/10 kHz (Nota 3)
30 MHz a 106.125 MHz	-115 dBc	-57 dBm/100 kHz
106.425 MHz	-113 dBc	-55 dBm/100 kHz
107.225 MHz	-105 dBc	-47 dBm/100 kHz
107.625 MHz	-101.5 dBc	-53.5 dBm/10 kHz
107.825 MHz	-88.5 dBc	-40.5 dBm/10 kHz
107.925 MHz	-74 dBc	-36 dBm/1 kHz
107.9625 MHz	-71 dBc	-33 dBm/1 kHz
107.975 MHz	-65 dBc	-27 dBm/1 kHz
118.000 MHz	-65 dBc	-27 dBm/1 kHz

118.0125 MHz	-71 dBc	-33 dBm/1 kHz
118.050 MHz	-74 dBc	-36 dBm/1 kHz
118.150 MHz	-88.5 dBc	-40.5 dBm/10 kHz
118.350 MHz	-101.5 dBc	-53.5 dBm/10 kHz
118.750 MHz	-105 dBc	-47 dBm/100 kHz
119.550 MHz	-113 dBc	-55 dBm/100 kHz
119.850 MHz a 1 GHz	-115 dBc	-57 dBm/100 kHz
1 GHz a 1.7 GHz	-115 dBc	-47 dBm/1 MHz

d) 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.

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.

7.26 Características de sistema para los sistemas receptores de a bordo ADF.

7.26.1 Precisión de la indicación de marcación.

7.26.1.1 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, y:

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

El error de marcación anterior excluye el error de la brújula magnética de la aeronave.

8. VIGILANCIA

La vigilancia del cumplimiento de la presente Circular Obligatoria está a cargo de la Agencia Federal de Aviación Civil.

9. SANCIÓN

Corresponde a la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes por conducto de la Agencia Federal de Aviación Civil, sancionar cualquier incumplimiento a la presente Circular Obligatoria, en términos de lo dispuesto por las Leyes, Reglamentos y demás disposiciones jurídicas aplicables.

10. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y LINEAMIENTOS INTERNACIONALES Y CON LAS LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS OFICIALES MEXICANAS TOMADAS COMO BASE PARA SU ELABORACIÓN

La presente Circular Obligatoria es equivalente con el Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago), Volumen I, Radioayudas para la navegación, así como con los compromisos que México como Estado miembro de la Organización de Aviación Civil

Internacional (OACI), debe de cumplir en cuanto a la normatividad emitida por este organismo internacional, a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización y que se observa en el artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional del que México es parte signante en términos del artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

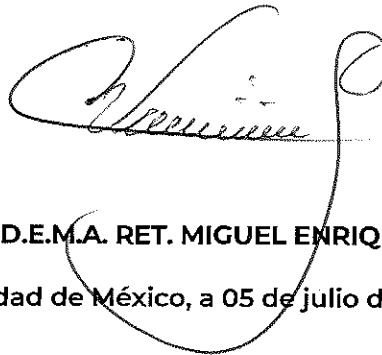
11. BIBLIOGRAFÍA

- Convenio Sobre Aviación Civil Internacional.
- Ley de Aviación Civil.
- Reglamento de la Ley de Aviación Civil.
- Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I, Radioayudas para la navegación, enmienda 93, octava edición, julio de 2023.
- Doc. 8168 Procedimientos para los servicios de navegación aérea. Operación de aeronaves, Volumen II – Construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos de la OACI, séptima edición, 2020.
- Circular Obligatoria CO AV-21.5/07 R6 Que establece las reglas de tránsito aéreo que regulan los requisitos y especificaciones para los servicios de información aeronáutica.
- Circular Obligatoria CO AV-21.05/10 R2 Que establece las reglas de tránsito aéreo que regulan la utilización del espectro de radiofrecuencias aeronáuticas.

12. VIGENCIA

La presente Circular Obligatoria entra en vigor a partir de su publicación y cancela y sustituye a la Circular Obligatoria CO AV-21.01/10 R2 “Reglas de Tránsito Aéreo que establecen la utilización de los sistemas de vigilancia y anticollisión para los servicios de navegación aérea”, y estará vigente indefinidamente hasta su modificación o cancelación por la Agencia Federal de Aviación Civil.

**ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL**



GRAL. DIV. P.A. D.E.M.A. RET. MIGUEL ENRIQUE VALLIN OSUNA

Ciudad de México, a 05 de julio de 2024

Elaboró: HAGC  Revisó: AEPG  Autorizó: JJRR  Autorizó: PCP 

APÉNDICE NORMATIVO A.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE
(GNSS)

1. Los conceptos a los que hace referencia esta sección se encuentran en el apartado de Definiciones y Abreviaturas.

2. Generalidades.

Las siguientes especificaciones técnicas son complementarias de las disposiciones del numeral 7.25 *Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*.

3. Elementos GNSS.

3.1 Constelaciones principales.

3.1.1 Servicio normalizado de determinación de la posición (SPS) (L1 y L5) del Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) (L1).

3.1.1.1 Elementos ajenos a la aeronave.

3.1.1.1 Características de las radiofrecuencias (RF) de la señal L1 de código de adquisición/aproximativa (C/A).

3.1.1.1.1 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de portadora L1 no modulada será tal que un bucle de fase enganchada con anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz sea capaz de seguir la portadora con una precisión de 0.1 radianes (1 sigma).

3.1.1.1.2 Emisiones no esenciales. Las emisiones no esenciales en la banda estarán por lo menos 40 dB por debajo de la portadora L1 no modulada, en toda la anchura de banda por canal atribuida.

3.1.1.1.3 Pérdida de correlación. La pérdida de potencia de señal recuperada, por razón de imperfecciones en la modulación de la señal L1 C/A y en la distorsión de la forma de onda, no excederá de 0.6 dB para todas las generaciones de satélites GPS-II, y de 0.3 dB para todas las generaciones de satélites GPS-III.

La pérdida de potencia de señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en una anchura de banda atribuida y la potencia de señal recuperada por un receptor, libre de ruidos y sin pérdidas con una separación entre correladores de 1 elemento y la misma anchura de banda.

3.1.1.1.4 Generación de código C/A L1 y temporización. Se formará cada configuración de código C/A $G_i(t)$ mediante la suma Módulo 2 de dos configuraciones lineales, G_1 y G_2 , de 1 023 bits. Se formará la secuencia G_2 mediante un retardo eficaz de la secuencia G_1 por un número entero de chips. Las secuencias G_1 y G_2 serán generadas por registros de desplazamiento de 10 etapas que tengan los siguientes polinomios, según lo indicado a la entrada del registro de desplazamiento:

- a) $G_1: X^{10} + X^3 + 1$; y
 b) $G_2: X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^3 + X^2 + 1$.

El vector de inicialización para las secuencias G_1 y G_2 será "1111111111". La sincronización de los registros G_1 y G_2 será a una velocidad de transmisión de 1 023 MHz. Las relaciones de temporización relacionadas con el código C/A serán las indicadas en la Figura B-1.

3.1.1.1.2 Estructura de datos L1. El formato de los mensajes de navegación existente (LNAV) será el indicado en la Figura B-2. En cada página se utilizará, según lo indicado en la Figura B-6, un formato básico de una trama de una longitud de 1 500 bits con un número de hasta 5 subtramas, siendo cada una de 300 bits de longitud. Se transmitirán todas las palabras con el bit más significativo (MSB) en primer lugar.

Las asignaciones de bits indicadas para las subtramas 4 y 5 de la Figura B-6 se aplican únicamente a satélites que radiodifunden los códigos PRN 1 a 32.

3.1.1.1.2.1 Estructura de subtrama. Cada subtrama o página de una subtrama se iniciará con una palabra de telemetría (TLM) seguida de una palabra de transferencia (HOW). Seguirán a HOW 8 palabras de datos. Cada palabra de una trama contendrá 6 bits de paridad. En las Figuras B-3 y B-4 se indican respectivamente la palabra TLM y los formatos de HOW.

3.1.1.1.2.2 Fin/inicio de semana. Al fin/inicio de semana:

- a) La paginación cíclica de subtramas de 1 a 5 se reiniciará con la subtrama 1, sea cual fuere la última subtrama transmitida antes del fin/principio de semana; y
- b) El ciclo de 25 páginas de subtramas 4 y 5 se reiniciará con la página 1 de cada una de las subtramas, sea cual fuere la página transmitida antes del fin/principio de semana. Todos los cortes de carga y de página tendrán lugar en los límites de la trama (es decir, Módulo de 30 segundos relativo al fin/principio de semana).

Los nuevos datos en las subtramas 4 y 5 pueden empezar a ser transmitidos con cualquiera de las 25 páginas de estas subtramas.

3.1.1.1.2.3 Paridad de datos. Las palabras 1 a 10 de las subtramas 1 a 5 contendrán cada una seis bits de paridad lo mismo que sus bits menos significativos (LSB). Además, se proporcionarán dos bits sin información como bits 23 y 24 de las palabras 2 y 10 para fines de cálculo de paridad.

3.1.1.1.2.4 Palabra de telemetría (TLM). Cada palabra TLM será de 30 bits de longitud, presentada cada 6 segundos en la trama de datos y la primera palabra de cada subtrama. El formato TLM será el indicado en la Figura B-3. Cada palabra TLM empezará con un preámbulo, seguido de 16 bits reservados y de 6 bits de paridad.

3.1.1.1.2.5 Palabra de transferencia (HOW). La HOW será de 30 bits de longitud y será la segunda palabra de cada subtrama/ página, siguiendo inmediatamente a la palabra TLM. Ocurrirá una HOW cada 6 segundos en la trama de datos. El formato y el contenido de la HOW serán los indicados en la Figura B-4. La HOW empezará en los 17 MSB de la cuenta TOW. La cuenta completa de tiempo de semana (TOW) constará de 19 LSB de la cuenta Z de 29 bits (véase el numeral 3.1.1.2.6). Estos 17 bits corresponderán a la cuenta TOW en la época de 1.5 segundos que ocurre al principio (borde anterior) de la próxima subtrama que sigue.

3.1.1.1.2.5.1 Bit 18. En los satélites diseñados mediante el código de configuración 001, el bit 18 será una bandera de "alerta". Cuando se levanta esta bandera (bit 18 puesto a "1"), indicará al usuario que la exactitud telemétrica del usuario (URA) de satélite puede estar en peores condiciones que las indicadas en la subtrama 1 y que el usuario asume el riesgo de utilizar el satélite.

3.1.1.1.2.5.2 Bit 19. El bit 19 será de reserva.

3.1.1.1.2.5.3 Bits 20, 21 y 22. Los bits 20, 21 y 22 de la HOW suministrarán el código de identidad (ID) de la subtrama en la que la HOW particular constituye la segunda palabra. El código ID será definido como sigue:

ID	Código
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101

3.1.1.1.2.6 Cuenta Z de satélite. Cada satélite obtendrá internamente una época de 1.5 segundos que estará constituida por una unidad conveniente para contar de forma precisa y comunicar la hora. La hora indicada de esta forma se presentará por referencia a una cuenta Z. Se proporcionará la cuenta Z al usuario como número binario de 29 bits que consta de las dos partes indicadas a continuación.

3.1.1.1.2.6.1 Cuenta de tiempo de semana (TOW). Se hará referencia al número binario representado por los 19 LSB de la cuenta Z como cuenta TOW y se define como igual al número de épocas de 1.5 segundos que han ocurrido desde la transición a partir de la semana anterior. La cuenta será de ciclo breve tal como la gama de valores de la cuenta TOW de 0 a 403 199 épocas de 1.5 segundos (equivalente a una semana) y se volverá a poner a cero al fin de cada semana. El estado cero de la cuenta TOW será la época de 1.5 segundos que coincida con el inicio de la semana actual. Una versión truncada de la cuenta TOW, constituida por los 17 MSB, se incluirá en la HOW del tren de datos en enlace descendente L1; la relación entre la cuenta TOW real y su versión HOW truncada se indicará en la Figura B-5.

La época mencionada ocurre (aproximadamente) a la medianoche del sábado en la noche al domingo en la mañana, siendo la medianoche definida como la hora 0000 en la escala UTC, nominalmente por referencia al meridiano de Greenwich.

3.1.1.1.2.6.2 Cuenta de semana. Los 10 MSB de la cuenta Z serán una representación binaria de un número secuencial asignado a la semana GPS actual (Módulo 1024). La gama de valores de esta cuenta será de 0 a 1 023. Su estado cero será el de aquella semana que empiece con la época de 1.5 segundos que ocurra (aproximadamente) a la hora cero UTC (3.1.4). Al expirar el número de semana GPS 1023, se pone nuevamente a cero el número de semana GPS. Se contarán por el usuario las 1 024 semanas anteriores en las conversiones desde la hora GPS hasta una fecha del año civil.

3.1.1.1.3 Contenido de datos L1.

3.1.1.1.3.1 Subtrama 1 — reloj de satélite y datos de funcionalidad. El contenido de las palabras de 3 a 10 de la subtrama 1 incluirá los parámetros de reloj y otros datos indicados en la Tabla B-1. Los parámetros del conjunto de datos serán válidos durante el intervalo de tiempo en el que se transmiten y seguirán siendo válidos por un período adicional después de que se haya iniciado la transmisión del siguiente conjunto de datos.

3.1.1.1.3.1.1 Número de semana. Los 10 MSB de la palabra 3 incluirán los 10 MSB de la cuenta Z de 29 bits y representarán el número de la semana actual GPS al inicio del intervalo de transmisión del conjunto de datos con todos los ceros indicando la semana "cero". Se aumentará el número de semana GPS a cada época de fin/inicio de semana.

3.1.1.1.3.1.2 Exactitud telemétrica del usuario (URA). Los bits 13 a 16 de la palabra 3 proporcionarán un índice URA, que prescribe la URA del satélite según lo indicado en la Tabla B-2. La URA de integridad asegurada (IAURA) será el valor del límite superior de la URA correspondiente al índice URA, como se indica en la última columna de la Tabla B-2.

En la URA no se incluye la estimación de errores debidos a imprecisiones del modelo de retardo ionosférico de una sola frecuencia.

La URA es un indicador estadístico de la contribución de las exactitudes aparentes de predicción de reloj y de efemérides a las exactitudes telemétricas que se obtienen con determinado satélite basándose en datos antecedentes.

En la Tabla B-2 también se indica el valor nominal de la URA correspondiente a cada índice URA. La URA nominal se puede utilizar para predecir la media cuadrática de los errores pseudotelemétricos de la señal en el espacio para propósitos relativos a la exactitud.

Tabla B-1. Parámetros de subtrama 1

Parámetro	Número de bits**	Factor de escala (LSB)	Alcance eficaz***	Unidades
Núm. de semana	10	1		semanas
Exactitud de satélite	4			
Funcionalidad de satélite	6	1		valores discretos
T_{cd}	8*	2^{-31}		segundos
IODC	10			
t_{oc}	16	2^4	604 784	
a_{rz}	8*	2^{-55}		segundos
a_{n}	16*	2^{-43}		segundos/segundos ²
a_{ro}	22*	2^{-31}		segundos/segundos

* Los parámetros así indicados son complemento de dos, con el bit de signo (+ o -) ocupando el MSB.

** Véase en la Figura B-6 la atribución completa de bits en la subtrama.

*** A no ser que se indique de otro modo en esta columna, los alcances eficaces son la distancia máxima obtenible con la atribución de bits indicada y el factor de escala.

Tabla B-2. Exactitud de alcance de usuario

Índice URA	URA (metros)	URA nominal	IAURA correspondiente
0	$0.00 < \text{URA} \leq 2.40$	2 m	2.40 m
1	$2.40 < \text{URA} \leq 3.40$	2.8 m	3.40 m
2	$3.40 < \text{URA} \leq 4.85$	4 m	4.85 m
3	$4.85 < \text{URA} \leq 6.85$	5.7 m	6.85 m
4	$6.85 < \text{URA} \leq 9.65$	8 m	9.65 m
5	$9.65 < \text{URA} \leq 13.65$	11.3 m	13.65 m
6	$13.65 < \text{URA} \leq 24.00$	16 m	24.00 m
7	$24.00 < \text{URA} \leq 48.00$	32 m	48.00 m
8	$48.00 < \text{URA} \leq 96.00$	64 m	96.00 m
9	$96.00 < \text{URA} \leq 192.00$	128 m	192.00 m
10	$192.00 < \text{URA} \leq 384.00$	256 m	384.00 m
11	$384.00 < \text{URA} \leq 768.00$	512 m	768.00 m
12	$768.00 < \text{URA} \leq 1\,536.00$	1\,024 m	1\,536.00 m
13	$1\,536.00 < \text{URA} \leq 3\,072.00$	2\,048 m	3\,072.00 m
14	$3\,072.00 < \text{URA} \leq 6\,144.00$	4\,096 m	6\,144.00 m
15	$6\,144.00 < \text{URA}$ (o no se dispone de predicción de exactitud - se informa a los usuarios del SPS que utilicen el SV a su propio riesgo) (o no se dispone de predicción de exactitud - se informa a los usuarios del SPS que utilicen el SV a su propio riesgo).	No se dispone de predicción de exactitud - se informa a los usuarios del SPS que utilicen el SV a su propio riesgo.	N/A

3.1.1.3.1.3 Funcionalidad. La indicación de funcionalidad de 6 bits del satélite transmisor proporcionada mediante los bits 17 a 22 de la palabra 3. El MSB indicará un resumen de la funcionalidad de los datos de navegación, siendo:

- a) 0 = todos los datos de navegación son válidos; y
- b) 1 = algunos de los datos de navegación no son válidos.

Los 5 LSB indicarán la funcionalidad de los componentes de señal de conformidad con la Tabla B-3. La indicación de funcionalidad será proporcionada en relación con las capacidades de cada satélite según se ha diseñado mediante el código de configuración proporcionado en la página 25 de la subtrama 4. Cualquier satélite que no tenga determinada capacidad se indicará como "en buen estado de funcionalidad" si la falta de esta capacidad es inherente a su diseño o ha sido configurada en un modo que es normal desde el punto de vista del receptor y que no requiere tal capacidad. Se presentarán en las subtramas 4 y 5 los datos adicionales de funcionalidad.

Los datos proporcionados en la subtrama 1 pueden ser distintos de los indicados en las subtramas 4 ó 5 de otros satélites puesto que los últimos pueden haber sido actualizados a una hora distinta.

Tabla B-3. Códigos de funcionalidad de los componentes de señal de satélite

MSB		LSB			Indicación
0	0	0	0	0	TODAS LAS SEÑALES SATISFACTORIAS
1	1	1	0	0	EL SATÉLITE ESTÁ TEMPORALMENTE FUERA DE SERVICIO – no utilizar este satélite durante el paso actual
1	1	1	0	1	EL SATÉLITE ESTARÁ TEMPORALMENTE FUERA DE SERVICIO – usar con precaución
1	1	1	1	0	UNA O VARIAS SEÑALES ESTÁN DEFORMADAS*, SIN EMBARGO, LOS PARÁMETROS URA PERTINENTES SON VÁLIDOS
1	1	1	1	1	MÚLTIPLES ANOMALÍAS PRESENTES (diferentes a las anomalías o condiciones que producirían una de las dos salidas temporales de servicio del satélite codificadas arriba)
Todas las demás combinaciones					EL SATÉLITE ESTÁ EXPERIMENTANDO PROBLEMAS DE MODULACIÓN DE CÓDIGO O DE TRANSMISIÓN DE NIVEL DE POTENCIA DE LA SEÑAL. Es posible que el usuario no pueda adquirir el satélite o que experimente problemas intermitentes de seguimiento si se adquiere el satélite.

3.1.1.3.1.4 Expedición de datos, reloj (IODC). Los bits 23 y 24 de la palabra 3 en la subtrama 1 serán los 2 MSB del término IODC de 10 bits; los bits 1 a 8 de la palabra 8 de la subtrama 1 incluirán los 8 LSB de la IODC. La IODC indicará el número de expedición del conjunto de datos. La IODC transmitida será distinta de cualquier valor transmitido por el satélite durante los 7 días precedentes.

La relación entre la IODC y la expedición de datos, efemérides (IODE) se define en el numeral 3.1.1.3.2.2.

3.1.1.3.1.5 Diferencia de retardo de grupo estimada. Los bits 17 a 24 de la palabra 7 incluirán el término de corrección T_{GD} , para tener en cuenta el efecto de la diferencia de retardo de grupo del satélite.

T_{GD} no incluye ningún código C/A a P(Y) relativo a error de retardo de grupo.

3.1.1.3.1.6 Parámetros de corrección de reloj de satélite. Los bits 9 a 24 de la palabra 8, los bits 1 a 24 de la palabra 9 y los bits 1 a 22 de la palabra 10 incluirán los parámetros que los usuarios necesitan para la corrección aparente del reloj de satélite (t_{oc} , a_{12} , a_{11} y a_{10}).

3.1.1.3.1.7 Campos de datos reservados. Los campos de datos reservados serán los indicados en la Tabla B-4. Todos los campos de datos reservados prestarán apoyo a la paridad válida dentro de sus respectivas palabras.

3.1.1.3.2 Subtramas 2 y 3 — datos de efemérides del satélite. Las subtramas 2 y 3 contendrán la representación de efeméride del satélite transmisor.

3.1.1.3.2.1 Parámetros de efemérides. Los parámetros de efemérides serán los indicados en la Tabla B-5. Para cada parámetro en las subtramas 2 y 3, el número de bits, el factor de escala del LSB, el alcance y las unidades serán las especificadas en la Tabla B-6.

3.1.1.3.2.2 Expedición de datos, efemérides (IODE). La IODE será un número de 8 bits igual a los 8 LSB de la IODC de 10 bits del mismo conjunto de datos. Se proporcionará la IODE en ambas subtramas 2 y 3 para fines de comparación con los 8 LSB del término IODC en la subtrama 1. Siempre que estos tres términos no coincidan, como resultado de un corte del conjunto de datos, se recopilarán nuevos datos. La IODE transmitida será distinta de cualquier valor transmitido por el satélite durante las seis horas precedentes. Cualquier cambio en los datos de las subtramas 2 y 3 se realizará en consonancia con un cambio en ambas palabras IODE. Ocurrirán cambios de los nuevos conjuntos de datos solamente en los límites horarios excepto para el primer conjunto de datos de una nueva carga. Además, el valor toe , por lo menos el primer conjunto de datos transmitidos por un satélite después de una carga será distinto del transmitido antes del cambio.

Tabla B-4. Campos de datos reservados de la subtrama 1

Palabra	Bit
3	11 – 12
4	1 – 24
5	1 – 24
6	1 – 24
7	1 – 16

Tabla B-5. Definiciones de datos de efemérides

M_0	Anomalía media a la hora de referencia
Δn	Diferencia media de movimiento respecto a valor calculado
e	Excentricidad
\sqrt{A}	Raíz cuadrada del semieje mayor
OMEGA ₀	Longitud del nodo ascendente del plano orbital en la época de semana
i_0	Ángulo de inclinación a la hora de referencia
ω	Argumento de perigeo
OMEGADOT	Velocidad de ascensión a la derecha
iDOT	Cambio del ángulo de inclinación
C_{uc}	Amplitud del término de corrección armónica de coseno para el argumento de latitud
C_{us}	Amplitud del término de corrección armónica de seno para el argumento de latitud
C_{rc}	Amplitud del término de corrección armónica de coseno para el radio orbital
C_{rs}	Amplitud del término de corrección armónica de seno para el radio orbital
C_{ic}	Amplitud del término de corrección armónica de coseno para el ángulo de inclinación
C_{is}	Amplitud del término de corrección armónica de seno para el ángulo de inclinación
t_{oe}	Hora de referencia efemérides
IODE	Expedición de datos, efemérides

Tabla B-6. Parámetros de efemérides

Parámetros	Número de bits**	Factor de escala (LSB)	Alcance eficaz***	Unidades
IODE	8			
C_{rs}	16*	2^{-5}		metros
Δn	16*	2^{-43}		semicírculos/segundos
M_0	32*	2^{-31}		semicírculos
C_{uc}	16*	2^{-29}		radianes
e	32	2^{-33}	0.03	sin dimensión
C_{us}	16*	2^{-29}		radianes
\sqrt{A}	32	2^{-19}	2 530 a 8 192	metros ^{1/2}
t_{oe}	16	24	604 784	segundos
C_{ic}	16*	2^{-29}		radianes
OMEGA ₀	32*	2^{-31}		semicírculos
C_{is}	16*	2^{-29}		radianes
i_0	32*	2^{-31}		semicírculos
C_{rc}	16*	2^{-5}		metros
ω	32*	2^{-31}		semicírculos
OMEGADOT	24*	2^{-43}	-6.33×10^{-7} a 0	semicírculos/segundos
iDOT	14*	2^{-43}		semicírculos/segundos

* Los parámetros así indicados son complemento de dos, con el bit de signo (+ o -) ocupando el MSB.

** Véase en la Figura B-6 la atribución completa de bits en la subtrama.

*** A no ser que se indique de otro modo en esta columna, los alcances eficaces son la distancia máxima obtenible con la atribución de bits indicada y el factor de escala.

Los términos IODE/IODC proporcionan al receptor medios para detectar cualquier modificación en los parámetros de representación de efemérides/reloj.

El primer conjunto de datos puede cambiar (véase el numeral 3.1.1.2.2) en cualquier momento durante la hora y, por consiguiente, puede ser transmitido por el satélite para menos de 1 hora.

3.1.1.3.2.3 Intervalos de ajuste de curva. El bit 17 de la palabra 10 de la subtrama 2 será una bandera de "intervalo de ajuste" que indica el intervalo de ajuste de curva utilizado para determinar los parámetros de efemérides, como figura a continuación:

0 = 4 horas,

1 = mayor que 4 horas.

Una bandera de intervalo de ajuste de cero (0) indicará que el satélite se encuentra realizando operaciones normales. Una bandera de intervalo de ajuste de uno (1) indicará que el satélite se encuentra realizando operaciones ampliadas de corto o largo plazo.

3.1.1.3.3 Subtramas 4 y 5 — datos de apoyo. Se subconmutarán ambas subtramas 4 y 5, 25 veces cada una. Con la posible excepción de las páginas “reservadas” y de repeticiones explícitas, en cada página se incluirán datos distintos en las palabras 3 a 10. Las subtramas 4 y 5 contendrán los datos enumerados en la Tabla B-7.

Las subtramas 4 y 5 de los satélites que radiodifunden los códigos PRN del 1 al 32 contienen datos de almanaque y funcionalidad de 32 satélites. Las subtramas 4 y 5 de los satélites que radiodifunden los códigos PRN de 33 a 63 contienen datos de almanaque y funcionalidad de 31 satélites únicamente.

Tabla B-7. Datos de las subtramas 4 y 5

Subtrama	Página(s)	Datos
4	1, 6, 11, 16 y 21	Reservadas
	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 and 10*	Datos de almanaque
	12, 19, 20, 22, 23 and 24	Reservadas
	13	NMCT**
	14 y 15	Reservadas para uso del sistema
	17	Mensajes especiales**
	18	Datos ionosféricos y UTC
	25	Banderas A-S/ configuraciones de SV y funcionalidad del SV
5	1 a 24	Datos de almanaque
	25	Datos de funcionalidad del SV
* La página 10 de la subtrama 4 solo se envía desde satélites que radiodifunden los códigos del 1 al 32 (y contienen datos de almanaque para PRN 32); no la utilizan los satélites que radiodifunden los códigos PRN del 33 al 63.		
** Página no prevista para uso de la aviación.		

3.1.1.1.4 Características de las radiofrecuencias (RF) de la señal L5.

3.1.1.1.4.1 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de portadora de la portadora L5 no modulada será tal que un bucle de enganche de fase con anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz sea capaz de seguir la portadora con una exactitud media cuadrática de 0,1 radianes RMS.

3.1.1.1.4.2 Emisiones no esenciales. Las emisiones no esenciales en la banda estarán por lo menos 40 dB por debajo de la portadora L5 no modulada, en toda la anchura de banda por canal atribuida.

3.1.1.1.4.3 Pérdida de correlación. La pérdida de potencia de señal recuperada, debida a imperfecciones en la modulación de la señal L5 y la distorsión de la forma de onda, no excederá de 0,6 dB.

La pérdida de potencia de señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en una anchura de banda atribuida y la potencia de señal recuperada por un receptor libre de ruidos y sin pérdidas, con una separación entre correladores de 1 chip y la misma anchura de banda.

3.1.1.1.4.4 Componentes de la portadora L5. La L5 tendrá dos componentes de portadora modulados por trenes de bits separados: el código I5 y el código Q5 (véase la Tabla B-8).

3.1.1.4.4.1 Las portadoras I5 y Q5 estarán en cuadratura en fase (dentro de ± 100 miliradianes) y la portadora Q5 estará 90° atrás de la portadora I5.

Tabla B-8. Fase de señal L5 compuesta transmitida**

Fase de señal nominal L5 compuesta*	Estado de código	
	I5	Q5
0°	0	0
-90°	1	0
$+90^\circ$	0	1
180°	1	1

* Con respecto al estado de código 0, 0 con ángulos positivos precedentes y ángulos negativos atrás.
 ** Basado en una composición con dos componentes de portadora L5 e igual potencia.

3.1.1.4.4.5 Generación de códigos. El patrón de cada código $I5_i(t)$ y $Q5_i(t)$ de I5 y Q5 se formará mediante la suma Módulo 2 de dos configuraciones de bits ampliadas transmitidas a una tasa de 10,23 MHz, $XA(t)$ y $XBI_i(nI_i, t)$ o $XA(t)$ y $XBQ_i(nQ_i, t)$, siendo nI_i y nQ_i los estados iniciales de XBI_i y XBQ_i para el satélite i .

3.1.1.4.4.5.1 El código XA tendrá una longitud de 8 190 con condición inicial de todos "unos" recortándose en 1 chip antes de su finalización natural y reiniciándose por un período de 1 milisegundo (sincronizado con el código C/A de la frecuencia L1) para un total de 10 230 chips.

3.1.1.4.4.5.2 Los códigos XBI_i y XBQ_i serán códigos de longitud 8 191 con las condiciones iniciales especificadas en IS-GPS-705F, Tablas 3-1a y 1b. Los ciclos de los códigos XBI_i y XBQ_i no se acortarán y se reiniciarán por un período de 1 milisegundo para un total de 10 230 chips.

3.1.1.4.4.5.3 Los polinomios generadores para el código XA y los códigos XBI_i y XBQ_i serán:

- a) XA: $X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^9 + 1$; y
 b) XBI_i and XBQ_i : $X^{13} + X^{12} + X^9 + X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X + 1$.

3.1.1.4.4.6 Modulación de datos de navegación. El tren de bits de datos de navegación (CNAV) de L5 se codificará a una tasa de 2 símbolos por bit mediante un código convolucional limitado a una longitud de 7 para producir 100 símbolos por segundo (sps). Los 100 símbolos por segundo luego se modularán (adición Módulo 2) con el código de 10 bits Newman-Hofman "0000110101" transmitido a 1 kHz. La secuencia de símbolos resultante se adicionará en Módulo 2 con el código PRN de I5 y se empleará para modular la portadora L5 en fase.

3.1.1.4.4.7 Temporización de la señal. El código XA se sincronizará con el código C/A de la frecuencia L1. Los códigos XBI_i y XBQ_i se sincronizarán con el código XA.

3.1.1.4.4.8 Diferencia de retardo de grupo. El valor absoluto del retardo diferencial medio entre las señales L1 y L5 radiadas no será mayor que 30,0 nanosegundos. La variación total con respecto a la media (variaciones aleatorias y no aleatorias) no será mayor que 3,0 nanosegundos (probabilidad del 95 %).

Las correcciones entre señales (ISC) se proporcionan en los datos de navegación para corregir el componente sistemático del retardo diferencial.

3.1.1.1.5 Estructura de datos de L5

3.1.1.1.5.1 Corrección de errores sin canal de retorno. El tren de bits CNAV de L5 tendrá codificación convolucional a una tasa de $\frac{1}{2}$ con código de corrección de errores sin canal de retorno (FEC) limitado a una longitud de 7.

3.1.1.1.5.2 Estructura de datos de navegación. Los datos CNAV de L5 se proporcionarán en una serie de mensajes de 300 bits de longitud con duración de seis segundos.

3.1.1.1.5.2.1 Cada mensaje contendrá un bloque de paridad de verificación por redundancia cíclica (CRC) de 24 bits protegiendo todo el mensaje de 300 bits.

3.1.1.1.5.2.2 Cada mensaje constará de los siguientes campos ordenados: un preámbulo de 8 bits ("10001011"), el número PRN de 6 bits del satélite transmisor, una ID de tipo de mensaje de 6 bits (de 0 a 63), el mensaje de 17 bits de la cuenta de hora de la semana (TOW), una bandera de alerta de 1 bit (bit 38), el campo de datos (238 bits), y el bloque de paridad CRC de 24 bits.

3.1.1.1.5.2.3 La cuenta de TOW multiplicada por 6 proporcionará la hora del satélite en segundos al inicio del siguiente mensaje de 6 segundos.

3.1.1.1.5.2.4 El bit 38 será una bandera de "alerta" en la que el valor "1" indica que los componentes de la señal URA pueden estar en peores condiciones que lo indicado en los tipos de mensaje asociados y que el usuario asume el riesgo de utilizar la señal.

3.1.1.1.6 Contenido de los datos CNAV de L5

3.1.1.1.6.1 Tipos de mensajes CNAV. Los datos CNAV radiodifundidos por L5 contendrán los tipos de mensajes enumerados en la Tabla B-9.

Tabla B-9. Tipos de mensajes CNAV

Tipo de mensaje	Contenido
0	Mensaje por defecto (vacío)
10	Parámetros de efemérides, exactitud, funcionalidad
11	Parámetros de efemérides, exactitud, funcionalidad
30	Reloj del SV, exactitud, ionosfera, retardo de grupo
31	Reloj del SV, exactitud, almanaque
32	Reloj del SV, exactitud, parámetros de orientación de la Tierra
33	Reloj del SV, exactitud, parámetros UTC
34	Reloj del SV, exactitud, parámetros de corrección diferencial
35	Reloj del SV, exactitud, desplazamiento horario GPS/GNSS
36	Reloj del SV, exactitud, mensajes de texto
37	Reloj del SV, exactitud, almanaque Midi, midi almanac

3.1.1.1.6.2 El mensaje tipo 10 contendrá el componente dependiente de la elevación (ED) del índice de exactitud telemétrica del usuario (URAED) correspondiente al error máximo dependiente de la elevación previsto para el ajuste de curva de efemérides actual para el emplazamiento menos favorable en el área de proyección del satélite.

En el mejor emplazamiento dentro del área de proyección del satélite (es decir, nominalmente directamente debajo del satélite a lo largo de su vector nadir), el URA_{ED} es cero (véase la Tabla B-10).

3.1.1.6.3 Los tipos de mensaje de 30 a 37 contendrán los índices del componente URA no dependientes de la elevación URA (NED): índice $URAN_{ED0}$, índice $URAN_{ED1}$ e índice $URAN_{ED2}$, respectivamente, para el satélite transmisor.

El valor $URAN_{ED0}$ estará relacionado con el índice $URAN_{ED0}$ según la Tabla B-11.

El valor $URAN_{ED1}$ estará relacionado con el índice $URAN_{ED1}$ como:

$$URAN_{ED1} = 1/2^N$$

Donde:

$$N = 14 + \text{índice } URAN_{ED1}$$

El valor $URAN_{ED2}$ estará relacionado con el índice $URAN_{ED2}$ como:

$$URAN_{ED2} = 1/2^N$$

Donde:

$$N = 28 + \text{índice } URAN_{ED2}$$

$URAN_{ED}$, $URAN_{ED0}$, $URAN_{ED1}$ y $URAN_{ED2}$ se utilizan para calcular la URA de integridad asegurada (IAURA).



Tabla B-10. Exactitud telemétrica del usuario dependiente de la elevación URA_{ED}

Índice URA_{ED}	URA_{ED} (m)
15	$6\ 144.00 < URA_{ED}$ (sin predicción de exactitud)
14	$3\ 072.00 < URA_{ED} \leq 6\ 144.00$
13	$1\ 536.00 < URA_{ED} \leq 3\ 072.00$
12	$768.00 < URA_{ED} \leq 1\ 536.00$
11	$384.00 < URA_{ED} \leq 768.00$
10	$192.00 < URA_{ED} \leq 384.00$
9	$96.00 < URA_{ED} \leq 192.00$
8	$48.00 < URA_{ED} \leq 96.00$
7	$24.00 < URA_{ED} \leq 48.00$
6	$13.65 < URA_{ED} \leq 24.00$
5	$9.65 < URA_{ED} \leq 13.65$
4	$6.85 < URA_{ED} \leq 9.65$
3	$4.85 < URA_{ED} \leq 6.85$
2	$3.40 < URA_{ED} \leq 4.85$
1	$2.40 < URA_{ED} \leq 3.40$
0	$1.70 < URA_{ED} \leq 2.40$
-1	$1.20 < URA_{ED} \leq 1.70$
-2	$0.85 < URA_{ED} \leq 1.20$
-3	$0.60 < URA_{ED} \leq 0.85$
-4	$0.43 < URA_{ED} \leq 0.60$
-5	$0,30 < URA_{ED} \leq 0,43$
-6	$0,21 < URA_{ED} \leq 0,30$
-7	$0,15 < URA_{ED} \leq 0,21$
-8	$0.11 < URA_{ED} \leq 0.15$
-9	$0.08 < URA_{ED} \leq 0.11$
-10	$0.06 < URA_{ED} \leq 0.08$
-11	$0.04 < URA_{ED} \leq 0.06$
-12	$0.03 < URA_{ED} \leq 0.04$
-13	$0.02 < URA_{ED} \leq 0.03$
-14	$0.01 < URA_{ED} \leq 0.02$
-15	$URA_{ED} \leq 0.01$
-16	Sin predicción de exactitud






Tabla B-11. Exactitud telemétrica del usuario no dependiente de la elevación UR_{NEDO}

Índice UR_{NEDO}	UR_{NEDO} (m)
15	$6\,144.00 < UR_{NEDO}$ (sin predicción de exactitud)
14	$3\,072.00 < UR_{NEDO} \leq 6\,144.00$
13	$1\,536.00 < UR_{NEDO} \leq 3\,072.00$
12	$768.00 < UR_{NEDO} \leq 1\,536.00$
11	$384.00 < UR_{NEDO} \leq 768.00$
10	$192.00 < UR_{NEDO} \leq 384.00$
9	$96.00 < UR_{NEDO} \leq 192.00$
8	$48.00 < UR_{NEDO} \leq 96.00$
7	$24.00 < UR_{NEDO} \leq 48.00$
6	$13.65 < UR_{NEDO} \leq 24.00$
5	$9.65 < UR_{NEDO} \leq 13.65$
4	$6.85 < UR_{NEDO} \leq 9.65$
3	$4.85 < UR_{NEDO} \leq 6.85$
2	$3.40 < UR_{NEDO} \leq 4.85$
1	$2.40 < UR_{NEDO} \leq 3.40$
0	$1.70 < UR_{NEDO} \leq 2.40$
-1	$1.20 < UR_{NEDO} \leq 1.70$
-2	$0.85 < UR_{NEDO} \leq 1.20$
-3	$0.60 < UR_{NEDO} \leq 0.85$
-4	$0.43 < UR_{NEDO} \leq 0.60$
-5	$0.30 < UR_{NEDO} \leq 0.43$
-6	$0.21 < UR_{NEDO} \leq 0.30$
-7	$0.15 < UR_{NEDO} \leq 0.21$
-8	$0.11 < UR_{NEDO} \leq 0.15$
-9	$0.08 < UR_{NEDO} \leq 0.11$
-10	$0.06 < UR_{NEDO} \leq 0.08$
-11	$0.04 < UR_{NEDO} \leq 0.06$
-12	$0.03 < UR_{NEDO} \leq 0.04$
-13	$0.02 < UR_{NEDO} \leq 0.03$
-14	$0.01 < UR_{NEDO} \leq 0.02$
-15	$UR_{NEDO} \leq 0.01$
-16	Sin predicción de exactitud

3.1.1.2 Definiciones de protocolos para aplicación de datos.

En esta sección se definen las relaciones mutuas de los parámetros de mensaje para radiodifusión de datos. Se proporcionan las definiciones de los parámetros no transmitidos, pero utilizados por elementos y que no son de aeronave, que son de aeronave o en ambos casos y que definen términos aplicados a determinar la solución de navegación y su integridad.

Tabla B-12. Algoritmos de codificación de paridad

D_1	$= d_1 \oplus D_{30}^*$
D_2	$= d_2 \oplus D_{30}^*$
D_3	$= d_3 \oplus D_{30}^*$
.	.
.	.
.	.
.	.
D_{24}	$= d_{24} \oplus D_{30}^*$
D_{25}	$= D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{20} \oplus d_{23}$
D_{26}	$= D_{30}^* \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{18} \oplus d_{19} \oplus d_{21} \oplus d_{24}$
D_{27}	$= D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_7 \oplus d_8 \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{19} \oplus d_{20} \oplus d_{22}$
D_{28}	$= D_{29}^* \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{20} \oplus d_{21} \oplus d_{23}$
D_{29}	$= D_{30}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{21} \oplus d_{22} \oplus d_{24}$
D_{30}	$= D_{29}^* \oplus d_2 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{13} \oplus d_{15} \oplus d_{19} \oplus d_{22} \oplus d_{23} \oplus d_{24}$

donde:

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_{29}, D_{30}$ son los bits transmitidos por el satélite;
 D_{25}, \dots, D_{30} son los bits de paridad calculada;
 d_1, d_2, \dots, d_{24} son los bits de datos de origen;
 \oplus es el Módulo 2 o la operación "Or-exclusivo"; y
 * se utiliza para identificar los dos últimos bits de la palabra anterior de la subtrama.

3.1.1.2.1 Protocolos GPS para usuarios de la señal L1 de frecuencia única.

3.1.1.2.1.1 Algoritmo de paridad. Los algoritmos de paridad GPS se definen según lo indicado en la tabla B-12. Algoritmos de codificación de paridad.

3.1.1.2.1.2 Parámetros de corrección de reloj de satélite. La hora t del sistema GPS se define como:

$$t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L1}$$

Donde:

t = hora del sistema GPS (corregida respecto a cruces al principio y al final de la semana);

t_{sv} = hora de satélite al transmitir el mensaje;

$(\Delta t_{sv})_{L1}$ = desplazamiento de fase del código PRN del satélite;

$(\Delta t_{sv})_{L1} = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r - T_{GD}$

Donde:

a_{f0}, a_{f1} y a_{f2} y t_{oc} , están incluidos en la subtrama 1; y

Δt_r = el término de corrección relativística (segundos)

$\Delta t_r = Fe \sqrt{A} \sin E_k$

Donde:

e y A se incluyen en las subtramas 2 y 3;
E_k definido en la Tabla B-13; y

$$F = \frac{-2(\mu)^{1/2}}{c^2} = -4,442807633(10)^{-10} \text{ s/m}^2$$

donde:

μ = WGS 84 es el parámetro universal de gravitación ($3.986005 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$).
c = es la velocidad de la luz en el vacío ($2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$).

El valor de t tiene por objeto responder por los cruces al principio y al final de la semana. Es decir, si la cantidad t-t_{oc} es mayor que 302 400 s, hay que restar 604 800 s de t. Si la cantidad t-t_{oc} es menor que -302 400 s, hay que sumar 604 800 s a t.

3.1.1.2.1.3 Posición del satélite. Se define la posición actual del satélite (X_k, Y_k, Z_k) según lo indicado en la Tabla B-13.

3.1.1.2.1.4 Corrección ionosférica. Se definirá la corrección ionosférica (T_{iono}) de la forma siguiente:

$$T_{iono} = \begin{cases} F \times \left[5,0 \times 10^{-9} + AMP \left(1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \right) \right], & |x| < 1,57 \\ F \times (5,0 \times 10^{-9}) + & |x| \geq 1,57 \end{cases} \text{ (segundos)}$$

Donde:

$$AMP = \begin{cases} \sum_{n=0}^3 \alpha_n \phi_m^n, & AMP \geq 0 \\ \text{si } AMP < 0, & AMP = 0 \end{cases} \text{ (segundos)}$$

$$x = \frac{2\pi(t - 50\,400)}{PER}, \text{ (radianes)}$$

$$PER = \begin{cases} \sum_{n=0}^3 \beta_n \phi_m^n, & PER \geq 72\,000 \\ \text{si } PER < 72\,000, & PER = 72\,000 \end{cases} \text{ (segundos)}$$

$$F = 1.0 + 16.0[0.53 - E]^3$$

α_n y β_n son las palabras de datos transmitidas por el satélite con n = 0, 1, 2 y 3

$$\phi_m = \phi_i + 0.064 \cos(\lambda_i - 1.617) \text{ (semicírculos)}$$

$$\lambda_i = \lambda_u + \frac{\psi \sin A}{\cos \phi_i} \text{ (semicírculos)}$$

$$\phi_i = \phi_u + \psi \cos A \text{ (semicírculos)}$$

$$\phi_i = \begin{cases} \phi_i = \bar{\phi}_i & \text{si } |\bar{\phi}_i| \leq 0,416 \\ \phi_i = +0,416 & \text{si } \bar{\phi}_i > 0,416 \\ \phi_i = -0,416 & \text{si } \bar{\phi}_i < -0,416 \end{cases} \text{ (semicírculos)}$$

$$\psi = \frac{0,0137}{E+0,11} - 0,022 \text{ (semicírculos)}$$

$t = 4,32 \times 10^4 \lambda_i + \text{GPS tiempo (segundos)}$ siendo $0 \leq t < 86\,400$,
por consiguiente: si $t \geq 86\,400$ segundos, sustráiganse 86 400 segundos; y si $t < 0$ segundos,
añádanse 86 400 segundos.

E = ángulo de elevación del satélite.

3.1.1.2.1.4.1 Los términos utilizados en el cálculo del retardo ionosférico son los siguientes:

a) Términos transmitidos por satélite.

α_n = los coeficientes de una ecuación cúbica que representan la amplitud del retardo vertical (4 coeficientes = 8 bits cada uno) obtenidos de la página 18 de la subtrama 4.

β_n = los coeficientes de una ecuación cúbica que representa el período del modelo (4 coeficientes = 8 bits cada uno) obtenidos de la página 18 de la subtrama 4.

b) Términos generados por el receptor.

E = ángulo de elevación entre el usuario y satélite (semicírculos).

A = ángulo de azimut entre el usuario y satélite, medido como positivo en sentido del reloj desde el norte verdadero (semicírculos).

ϕ_u = latitud geodésica del usuario (semicírculos) WGS-84.

λ_u = longitud geodésica del usuario (semicírculos) WGS-84

Hora GPS = hora del sistema calculada por receptor.

c) Términos calculados.

x = fase (radianes).

F = factor de oblicuidad (sin dimensión).

t = hora local (segundos).

ϕ_m = latitud geomagnética de la proyección en la tierra del punto de intersección ionosférica (altura media ionosférica supuesta de 350 km) (semicírculos).

λ_i = longitud geomagnética de la proyección sobre la tierra del punto de intersección ionosférica (semicírculos).

ϕ_i = latitud geomagnética de la proyección sobre la tierra del punto de intersección ionosférica (semicírculos).

Ψ = ángulo central sobre la tierra en la posición del usuario y la proyección sobre la tierra del punto de intersección ionosférica (semicírculos).

3.1.1.2.2 Protocolos GP5 para usuarios de frecuencia única (L5) y de doble frecuencia (L1/L5).

3.1.1.2.2.1 Algoritmo de paridad. La palabra de CRC de CNAV se calculará hacia adelante empleando una semilla de 0. La secuencia de 24 bits (p_1, p_2, \dots, p_{24}) se generará a partir de la secuencia de bits de información (m_1, m_2, \dots, m_{276}) mediante el siguiente polinomio generador:

$$g(X) = \sum_{i=0}^{24} g_i X^i$$

Donde $g_i = 1$ para 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24, y 0 para el resto.

3.1.1.2.2.2 Corrección de reloj de satélite. Se aplicará el numeral 3.1.1.2.1.2.

Se aplican términos adicionales a la corrección de reloj de satélite para los usuarios de L5 frecuencia única y de L1 y L5 de doble frecuencia como se indica en el numeral 3.1.1.2.2.5.

3.1.1.2.2.3 Posición del satélite. La posición actual del satélite (X_k, Y_k, Z_k) se calculará conforme a lo indicado en la Tabla B-14.

Los parámetros de efemérides: $t_{oe}, \Delta A, \dot{A}, \Delta n_0, \dot{\Delta n}_0, M_0-n, e_n, \omega_n, \Omega_0-n, \dot{\Delta \Omega}, i_0-n, \dot{i}_0-n, C_{is-n}, C_{ic-n}, C_{rs-n}, C_{rc-n}, C_{us-n},$ y C_{uc-n} , se proporcionan en los de mensajes CNAV de tipo 10 y tipo 11.

3.1.1.2.2.4 Exactitud telemétrica del usuario con integridad asegurada (IAURA).

3.1.1.2.2.4.1 IAURA compuesta. El valor compuesto de IAURA será la RSS de un componente dependiente de la elevación (ED) y un componente no dependiente de la elevación (NED).

$$IAURA = \sqrt{(adjusted\ IAURA_{ED})^2 + IAURA_{NED}^2}$$

3.1.1.2.2.4.2 Estimación de exactitud dependiente de la elevación (ED). Se calculará un valor (en metros) ajustado de IAURA ED a partir del valor del límite superior de URAED obtenido del mensaje de tipo 10, Tabla B-10, y la siguiente ecuación:

$$IAUR_{AED} \text{ ajustada} = URA_{ED} (\sin(E+90))$$

Donde:

E el ángulo de elevación del satélite en grados ($E \geq 0$).

3.1.1.2.2.4.3 Estimación de exactitud no dependiente de la elevación (NED). El valor IAURA (en metros) no dependiente de la elevación se calculará a partir del valor del límite superior de URANED0 mediante la siguiente ecuación:

$$IAUR_{ANED} = URANED0 + URANED1 \times (t - t_{op} + 604.800 \times (WN - WN_{op}))$$

Cuando $t - t_{op} + 604.800 \times (WN - WN_{op}) \leq 93.600$ segundos;

y

$$IAUR_{ANED} = URANED0 + URANED1 \times (t - t_{op} + 604.800 \times (WN - WN_{op})) + URANED2 \times (t - t_{op} + 604.800 \times (WN - WN_{op}) - 93.600)^2$$

Cuando $t - t_{op} + 604.800 \times (WN - WN_{op}) > 93.600$ segundos

Donde

t = hora del sistema GPS

WN, WN_{op}, t_{op}, UR_{ANEDO}, UR_{ANEDI}, UR_{ANED2} se obtienen de los mensajes de tipos 10, 30 a 37, y de la Tabla B-11.

3.1.1.2.2.5 Diferencia estimada de retardo de grupo de L5 para usuarios de frecuencia única.

Las diferencias sistemáticas entre señales para los usuarios de L1/L5 de doble frecuencia se corrigen mediante la pseudodistancia libre de ionosfera como se describe en el numeral 3.1.1.2.2.7.

3.1.1.2.2.5.1 Para el usuario de L5 I5 de frecuencia única, la hora del reloj del satélite, con corrección de diferencias sistemáticas entre señales L1/L5, será la siguiente:

$$(\Delta t_{sv})_{L5I5} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L5I5}$$

3.1.1.2.2.5.2 Para el usuario de L5 Q5 de frecuencia única, la hora del reloj del satélite, con corrección de diferencias sistemáticas entre señales L1/L5, será la siguiente:

$$(\Delta t_{sv})_{L5Q5} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L5Q5}$$

T_{GD}, ISC_{L5I5} y ISC_{L5Q5} se proporcionan en el mensaje CNAV tipo 30.

3.1.1.2.2.6 Corrección ionosférica. Para L5, la corrección ionosférica de señal única definida en el numeral 3.1.1.2.1.4 se multiplicará por γ_{15} , ($T_{iono,L5} = \gamma_{15}T_{iono,L1}$), donde $\gamma_{15} = (f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\ 575.42/1\ 176.45)^2 = (154/115)^2$.

3.1.1.2.2.7 Corrección ionosférica para usuarios de doble frecuencia L1/L5.

3.1.1.2.2.7.1 La pseudodistancia libre de ionosfera para el usuario de doble frecuencia (L1 C/A y L5 I5) será la siguiente:

$$PR = \frac{(PR_{L5I5} - \gamma_{15}PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5I5} - \gamma_{15}ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

Donde:

PR = pseudodistancia con corrección de efectos ionosféricos,

PR_i = pseudodistancia medida en el canal indicado por el subíndice,

ISC_i = corrección entre señales para el canal indicado por el subíndice, proporcionado en el mensaje CNAV de tipo 30,

T_{GD} = corrección entre señales L1 P(Y) y L2 P(Y), proporcionadas en el mensaje CNAV de tipo 30,

c = velocidad de la luz, y

$$\gamma_{15} = (f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\ 575.42/1\ 176.45)^2 = (154/115)^2.$$

3.1.1.2.2.7.2 La pseudodistancia libre de ionosfera para el usuario de doble frecuencia (L1 C/A y L5 Q5) será la siguiente:

$$PR = \frac{(PR_{L5Q5} - \gamma_{15}PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5Q5} - \gamma_{15}ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

Donde:

PR, PR_i, ISC_i, TGD, c y γ_{15} como se definen arriba.

Tabla B-14. Elementos de los sistemas de coordenadas para los datos CNAV por L5

$t_k = t - t_{oe}$	Tiempo a partir de la época de referencia de efemérides*
$A_0 = A_{REF} + \Delta A$	Semieje mayor a la hora de referencia**
$A_k = A_0 + \dot{A}t_k$	Semieje mayor
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$	Movimiento medio calculado
$\Delta n_A = \Delta n_0 + \frac{1}{2} \ddot{\Delta n}_0 t_k$	Diferencia media de movimiento respecto al valor calculado
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Movimiento medio corregido
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalía media
$M_k = E_k - e_n \sin E_k$	Ecuación Kepler para anomalía excéntrica (puede resolverse por iteración)
$v_k = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin v_k}{\cos v_k} \right\} = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E_k / (1 - e \cos E_k)}{(\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k)} \right\}$	Anomalía real
$E_k = \cos^{-1} \left\{ \frac{e + \cos v_k}{1 + e \cos v_k} \right\}$	Anomalía excéntrica
$\phi_k = v_k + \omega$	Argumento de latitud
Perturbaciones del segundo armónico	
$\delta u_k = C_{u2-n} \sin 2\phi_k + C_{u2-e} \cos 2\phi_k$	Corrección de argumento de latitud
$\delta r_k = C_{r2-n} \sin 2\phi_k + C_{r2-e} \cos 2\phi_k$	Corrección de radio
$\delta i_k = C_{i2-n} \sin 2\phi_k + C_{i2-e} \cos 2\phi_k$	Corrección de inclinación
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Argumento de latitud corregido
$r_k = A_k(1 - e_n \cos E_k) + \delta r_k$	Radio corregido
$i_k = i_0 + i_{0-n} t_k + \delta i_k$	Inclinación corregida
$x'_k = r_k \cos u_k$ $y'_k = r_k \sin u_k$	Posiciones en el plano orbital
$\hat{\Omega} = \hat{\Omega}_{REF} + \Delta \hat{\Omega}$	Velocidad de ascensión a la derecha***
$\Omega_k = \Omega_{0-n} + (\hat{\Omega} - \Omega_e) t_k - \hat{\Omega}_e t_{oe}$	Longitud corregida del nodo ascendente
$x_k = x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k$ $y_k = x'_k \sin \Omega_k + y'_k \cos i_k \cos \Omega_k$ $z_k = y'_k \sin i_k$	Coordenadas geocéntricas, fijadas en la Tierra
* t es la hora del sistema GPS en el momento de la transmisión, es decir la hora GPS corregida respecto al tiempo de tránsito (distancia/velocidad de la luz). Además, t_k es la diferencia actual total de tiempo entre la hora t y la hora de época t_{oe} , y debe tener en cuenta los cruces al principio o al final de la semana. Es decir, si t_k es mayor que 302 400 segundos, hay que restar 604 800 segundos de t_k . Si t_k es menor que -302 400 segundos, hay que sumar 604 800 segundos a t_k .	
** $A_{REF} = 26\,559\,710$ metros	
*** $\hat{\Omega}_{REF} = -2.6 \times 10^{-9}$ semicírculos/segundo	

3.1.1.3 Elementos de aeronave.

3.1.1.3.1 Receptor GPS.

3.1.1.3.1.1 Reservado

Tabla B-13. Elementos de los sistemas de coordenadas

$A = (\sqrt{A})^2$	Semieje mayor
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Promedio de movimiento calculado
$t_k = t - t_{os}$	Tiempo desde época de referencia de efemérides*
$n = n_0 + \Delta n$	Promedio de movimiento corregido
$M_k = M_0 + nt_k$	Anomalía media
$M_k = E_k - e \sin E_k$	Ecuación Kepler para anomalía excéntrica (puede resolverse por iteración)
$v_k = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin v_k}{\cos v_k} \right\} = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k / (1 - e \cos E_k)}{(\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k)} \right\}$	Anomalía verdadera
$E_k = \cos^{-1} \left\{ \frac{e + \cos v_k}{1 + e \cos v_k} \right\}$	Anomalía excéntrica
$\phi_k = v_k + \omega$	Argumento de latitud
	Perturbación del segundo armónico
$\delta u_k = C_{22} \sin 2\phi_k + C_{2c} \cos 2\phi_k$	Corrección de argumento de latitud
$\delta r_k = C_{1c} \sin 2\phi_k + C_{2c} \sin 2\phi_k$	Corrección de radio
$\delta i_k = C_{1c} \cos 2\phi_k + C_{2c} \sin 2\phi_k$	Corrección de inclinación
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Argumento de latitud corregido
$r_k = A(1 - e \cos E_k) + \delta r_k$	Radio corregido
$i_k = i_0 + \delta i_k + (iDOT)t_k$	Inclinación corregida
$x'_k = r_k \cos u_k$ $y'_k = r_k \sin u_k$	Posición en plano orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \Omega_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{os}$	Longitud corregida de nodo ascendente
$x_k = x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k$ $y_k = x'_k \sin \Omega_k + y'_k \cos i_k \cos \Omega_k$ $z_k = y'_k \sin i_k$	Coordenadas con centro en la Tierra, por referencia a la Tierra
* t es la hora del sistema GPS en el momento de la transmisión, es decir la hora GPS corregida respecto a tiempo de tránsito (distancia/velocidad de la luz). Además, t_k será la diferencia actual total de tiempo entre la hora t y la hora de época t_{os} y debe tenerse en cuenta al principio o al final del cambio de semana. Es decir si t_k es superior a 302 400 segundos sustraiganse 604 800 segundos de t_k . Si t_k es $-302 400$ segundos, añádanse 604 800 segundos a t_k .	

3.1.1.3.1.2 Seguimiento por satélite. El receptor proporcionará la función de seguimiento continuo de un mínimo de cuatro satélites y generará una solución de posición basada en estas mediciones.

3.1.1.3.1.3 Desplazamiento Doppler. El receptor será capaz de compensar los efectos del desplazamiento Doppler dinámico en la fase de portadora de señales SPS nominal y en las mediciones de código C/A. El receptor compensará el desplazamiento Doppler que es exclusivo para la aplicación prevista.

3.1.1.3.1.4 Resistencia a interferencias. El receptor satisfará los requisitos de resistencia a interferencias especificados en el numeral 7.25 *Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*.

3.1.1.3.1.5 Aplicación de datos de reloj y de efemérides. El receptor se asegurará de que se están utilizando los datos correctos de efemérides y de reloj antes de proporcionar cualquier solución acerca de la posición. El receptor vigilará los valores IODC y valores IODE y actualizará los datos de efemérides y de reloj basándose en una modificación detectada de uno o ambos de estos valores. El receptor SPS utilizará los datos de reloj y de efemérides con los valores correspondientes IODC e IODE para determinados satélites.

3.1.1.4 Hora. La hora GPS se dará por referencia a UTC siendo el punto y tiempo cero definidos como la medianoche en la noche del 5 de enero de 1980/mañana del 6 de enero de 1980. La unidad mayor utilizada para indicar la hora GPS será 1 semana, definida como 604 800 segundos. Se mantendrá la escala de tiempo GPS dentro de un microsegundo de UTC (módulo de un segundo) después de la corrección respecto al número entero de diferencia de salto de segundos. Los datos de navegación contendrán los datos requeridos para relacionar la hora GPS con UTC.

3.2 Uso de múltiples constelaciones principales de satélites

3.2.1 Elementos de aeronave

3.2.1.1 Receptor GNSS para constelaciones múltiples. El receptor GNSS para constelaciones múltiples procesará las señales de dos o más constelaciones principales de satélites de conformidad con los requisitos especificados en el numeral 3.1.1.3.1, receptor GPS.

3.2.1.1.1 Resistencia a interferencias. El receptor GNSS para constelaciones múltiples satisfará los requisitos particulares de las constelaciones principales de satélites, procesados conforme a lo especificado en el numeral 7.25 *Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*.

3.2.1.2 Antenas. Se recibirán las señales de las constelaciones principales de satélites en una o más antenas.

Las características de actuación de las antenas del receptor GNSS se definen en el numeral 3.7 de este Apéndice Normativo.

3.2.1.3 La información sobre posición proporcionada por un receptor del GNSS de múltiples constelaciones se expresará en las coordenadas de tierra WGS-84.

3.2.1.4 Al combinar las mediciones de constelaciones principales de satélites, se tendrá en cuenta la diferencia entre la hora de referencia de cada constelación principal de satélites.

3.2.1.4.1 Los receptores del GNSS para constelaciones múltiples solucionarán el desplazamiento horario entre las constelaciones principales como parámetro desconocido adicional en la solución de navegación y no dependerán únicamente de la radiodifusión del desplazamiento horario en los mensajes de navegación.

3.3 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).

3.3.1 El ABAS aumenta o integra la información obtenida de elementos GNSS con la información disponible a bordo de la aeronave. para garantizar que la operación se ajuste a los valores especificados en el numeral 3.7.2.4.

3.3.2 El ABAS incluye planes de procesamiento que proporcionan:

- a) Vigilancia de la integridad para la solución de la posición utilizando información redundante (p. ej., mediciones múltiples de distancia). El plan de vigilancia consiste en general en dos funciones: detección de fallas y exclusión de fallas. El objetivo de la detección de fallas es detectar la presencia de una falla al determinar la posición. Al detectar una falla la exclusión adecuada de la misma determina y excluye la fuente de la falla (sin que necesariamente se identifique la fuente concreta que causa el problema), por lo que se permite que la navegación GNSS continúe sin interrupción. Hay dos clases generales de vigilancia de la integridad: vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM) que utiliza exclusivamente información del GNSS y vigilancia autónoma de la integridad en la aeronave (AAIM) que utiliza información de sensores adicionales a bordo [p. ej., altímetro barométrico, reloj y sistema de navegación inercial (INS)];
- b) Ayudas continuas para la solución de posición empleándose información de otras fuentes, como INS, altimetría barométrica y relojes externos;
- c) Disponibilidad de ayudas para la solución de la posición (análogo a las ayudas de continuidad); y
- d) Ayudas de exactitud mediante la estimación de los errores remanentes al determinar las distancias.

3.3.3 La información ajena al GNSS puede integrarse al GNSS de dos modos:

- a) Integrada al algoritmo de solución del GNSS (un ejemplo es el modelo de datos de altimetría como una medición adicional por satélite); y
- b) Externa al cálculo básico de posición GNSS (un ejemplo es comparar los datos de altimetría con la solución GNSS en el plano vertical izándose una bandera siempre que falla la comparación).

3.3.4 Cada plan tiene ventajas e inconvenientes específicos y no es posible presentar una descripción de todas las opciones posibles de integración con determinados valores numéricos de la actuación lograda. Lo mismo tiene aplicación a la situación por la que se combinan varios elementos GNSS (p. ej., GPS).

3.4 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

3.4.1 Generalidades

Los parámetros geodésicos para este sistema han sido definidos en términos de WGS-84.

3.4.1.1 Sistema SBAS y descripción del servicio. El SBAS constará de un subsistema ajeno a la aeronave y un subsistema de aeronave. El subsistema ajeno a la aeronave del SBAS proporcionará datos y correcciones para las señales telemétricas del GNSS por mediación de una radiodifusión en una o dos frecuencias GNSS de un satélite al subsistema de aeronave. El subsistema ajeno a la aeronave del SBAS radiodifundirá en la frecuencia L1 para operar el servicio SBAS en L1 y/o en la frecuencia L5 para operar el servicio SBAS DFMC.

El subsistema ajeno a la aeronave del SBAS puede proporcionar una señal telemétrica en frecuencia única en la frecuencia SBAS L1 o una señal telemétrica de doble frecuencia como combinación de las señales transmitidas en las frecuencias SBAS L1 y SBAS L5.

3.4.1.2 Definición de la pseudodistancia SBAS.

3.4.1.2.1 Adaptación a portadora. La adaptación a portadora se definirá con el siguiente filtro:

$$P_{CSC,k} = \alpha P_{med} + (1 - \alpha) P_{proy}$$

$$P_{proy} = (P_{CSC,k-1} + \Delta dist_{portadora})$$

Donde:

$P_{CSC,k}$ = la pseudodistancia del código adaptado a portadora a la hora k ;

$P_{CSC,k-1}$ = la pseudodistancia del código adaptado a portadora anterior a la hora $k-1$;

P_{med} = la pseudodistancia medida que se define a continuación;

$\Delta_{dist_portadora}$ = el cambio de distancia de portadora que se define a continuación; y

α = la función de ponderación del filtro equivalente al intervalo de muestra dividido por la constante de tiempo de adaptación.

$$P_{med} = \begin{cases} \text{frecuencia única:} & P_{1,k} \\ \text{libre de ionosfera:} & \frac{\gamma_{12}(P_{1,k}) - (P_{2,k})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

Donde:

$P_{n,k}$ = la pseudodistancia en bruto de la frecuencia n a la hora k ; y

γ_{12} = la raíz cuadrada de la relación entre la frecuencia 1 y la frecuencia 2;

$$\Delta_{dist_portadora} = \begin{cases} \text{frecuencia única:} & (\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) \\ \text{libre de ionosfera:} & \frac{\gamma_{12}(\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) - (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k-1})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

Donde:

$\varphi_{n,k}$ = la portadora acumulada en metros para la frecuencia n a la hora k ; y

$\varphi_{n,k-1}$ = la portadora acumulada en metros para la frecuencia n a la hora $k-1$.

3.4.1.2.2 Pseudodistancia corregida. La pseudodistancia corregida de un satélite dado i a la hora t es:

$$PR_{i,corregida} = PC_{SC,i} + TC_i + b_i$$

Donde:

$PC_{SC,i}$ = la pseudodistancia adaptada (que se define en 3.4.1.1);

TC_i = la corrección troposférica (que se define en 3.4.S.3 para el SBAS); y

b_i = la corrección del reloj.

3.4.2 Características RF de SBAS L1.

3.4.2.1 Estabilidad de frecuencia portadora. La estabilidad a corto plazo de la frecuencia portadora (raíz cuadrada de la Varianza Allan) a la salida de la antena de transmisión del satélite será de 5×10^{-11} , o mejor, por un período de 1 a 10 segundos.

3.4.2.2 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de la portadora no modulada será tal que un bucle enganchado en fase de anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz sea capaz de seguir la portadora con una exactitud de 0.1 radianes (1 sigma).

3.4.2.3 Emisiones no esenciales. La potencia de las emisiones no esenciales será por lo menos de 40 dB por debajo de la potencia de portadora no modulada a todas las frecuencias.

3.4.2.4 Coherencia de código/frecuencia portadora. La diferencia fraccional de frecuencias a corto plazo (menos de 10 segundos) entre la velocidad de transmisión de fase de código y la frecuencia portadora será inferior a 5×10^{-11} (desviación estándar). A largo plazo (menos de 100 segundos) la diferencia entre el cambio de fase de código de radiodifusión, convertida a ciclos de portadora multiplicando el número de elementos de código por 1540, y el cambio de fase de portadora de radiodifusión, en ciclos, estará dentro de un ciclo de portadora (desviación estándar).

Esto se aplica a la salida de la antena de transmisión del satélite y no incluye la divergencia entre código y portadora debida a la refracción ionosférica en el trayecto de propagación descendente.

3.4.2.5 Pérdida de correlación. La pérdida de la potencia de la señal recuperada debida a imperfecciones en la modulación de la señal y a la distorsión de la forma de onda no excederá de 1 dB.

La pérdida de potencia de la señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en una anchura de banda de 2046 MHz y la potencia de la señal recuperada mediante un receptor libre de ruidos, libre de pérdidas con un espaciado de correlador de 1 elemento y una anchura de banda de 2 046 MHz.

3.4.2.6 Desviación máxima de fase de código. La máxima fase de código no corregida de la señal de radiodifusión L1 no se desviará del tiempo equivalente en la red SBAS (SNT) para la señal L1 de SBAS, en más de $\pm 2^{-20}$ segundos.

3.4.2.7 Coherencia de código/datos. Cada símbolo de 2 milisegundos estará sincronizado con cada otra época de código.

3.4.2.8 Sincronización de mensaje. El borde anterior del primer símbolo que depende del primer bit del mensaje actual se radiodifundirá desde el satélite SBAS en sincronización con una la época de 1 segundo de SNT para la señal L1 de SBAS.

3.4.2.9 Codificación convolucional. Se codificará el tren de datos de 250 bits por segundo a una velocidad de transmisión de 2 símbolos por bit mediante un código convolucional limitado a una longitud de 7 para producir 500 símbolos por segundo. La disposición de la lógica de codificador convolucional será según lo ilustrado en la figura B-24 con la salida G3 seleccionada para la primera mitad de cada período de bits de datos de cuatro milisegundos.

3.4.2.10 Códigos de ruido pseudoaleatorio (PRN). Cada código PRN será un código Gold de 1 023 bits que es por sí mismo la adición módulo 2 de dos configuraciones lineales de 1 023 bits, G1 y G2_i. Se formará la secuencia G2_i retardando la secuencia G2 por el correspondiente número entero de elementos, según lo ilustrado en la tabla B-61. Se definirán cada una de las secuencias G1 y G2 como la salida de la etapa 10 de un registro de desplazamiento de 10 etapas, siendo la entrada al registro de desplazamiento la adición módulo 2 de las siguientes etapas del registro de desplazamiento:

- a) G1: etapas 3 y 10; y
- b) G2: etapas 2, 3, 6, 8, 9 y 10.

El estado inicial para los registros de desplazamiento G1 y G2 será "111111111".

3.4.3 Estructura de datos de la señal L1 del SBAS.

Los mensajes radiodifundidos por la señal L1 del SBAS son independientes de los que se radiodifunden por la señal L5 del SBAS. La información radiodifundida por la señal L1 del SBAS se usa únicamente para el servicio SBAS en L1 que utiliza la señal L1 en código C/A de GPS o L1OF de GLONASS (señal FDMA).

3.4.3.1 Resumen de formato. Todos los mensajes consistirán en un identificador de tipo de mensaje, un preámbulo, un campo de datos y una verificación de redundancia cíclica según lo ilustrado en la figura B-25.

3.4.3.2 Preámbulo. Para la señal L1, el preámbulo constará de la secuencia de bits "01010011 10011010 11000110", distribuida en tres bloques sucesivos. El principio de cada preámbulo distinto de 24 bits estará sincronizado con una época de subtrama GPS de 6 segundos.

3.4.3.3 Identificador de tipo de mensaje. El identificador de tipo de mensaje de L1 será de un valor de 6 bits por el que se identifique al tipo de mensaje (0 a 63), según lo definido en la tabla B-62. El identificador de tipo de mensaje será transmitido con el MSB en primer lugar.

3.4.3.4 Campo de datos. El campo de datos de L1 será de 212 bits según lo definido en el numeral 3.4.6. Cada parámetro de campo de datos será transmitido con MSB en primer lugar.

3.4.3.5 Verificación de redundancia cíclica (CRC). Se calculará el código CRC de mensaje SBAS en L1 de conformidad con el numeral 3.9.

3.4.3.5.1 La longitud del código CRC será de $k = 24$ bits.

3.4.3.5.2 El polinomio generador de CRC será:

$$C(x) = x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$$

3.4.3.5.3 El campo de información CRC, $M(x)$, será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \dots + m_{226} x^0$$

Tabla B-61. Códigos PRN de la señal L1 del SBAS

Número de Código PRN	Retardo G2 (elementos)	Primeros 10 elementos SBAS (el bitio más a la izquierda representa el primer elemento transmitido, en binario)
120	145	0110111001
121	175	0101011110
122	52	1101001000
123	21	1101100101
124	237	0001110000
125	235	0111000001
126	886	0000010111
127	657	1000110000
128	634	0010100101
129	762	0101010111
130	355	1100011110
131	1 012	1010010110
132	176	1010101111
133	603	0000100110
134	130	1000111001
135	359	0101110001
136	595	1000011111
137	68	0111111000
138	386	1011010111
139	797	1100111010
140	456	0001010100
141	499	0011110110
142	883	0001011011
143	307	0100110101
144	127	0111001111
145	211	0010001111
146	121	1111100010
147	118	1100010010
148	163	1100100010
149	628	0101010011
150	853	0110111110
151	484	1110011101
152	289	0001011110
153	811	0010111011
154	202	1000010110
155	1021	0000000011
156	463	1110111000
157	568	0110010100
158	904	0010011101

Tabla B-62. Tipos de mensaje de radiodifusión en L1

Tipo de mensaje en L1	Contenido
0	“No utilizar” (modo de prueba SBAS) – Contenido para servicio SBAS L1 únicamente
1	Máscara PRN
2 a 5	Correcciones rápidas
6	Información de integridad
7	Factor de degradación de corrección rápida
8	Extra
9	Parámetros de función telemétrica GEO
10	Parámetros de degradación
11	Extra
12	Parámetros de desplazamiento de hora de red SBAS/UTC
13 a 16	Extra
17	Almanaques de satélite GEO
18	Máscaras de punto de retícula ionosférica
19 a 23	Extra
24	Correcciones rápidas varias/correcciones de error de satélite a largo plazo
25	Correcciones de error de satélite a largo plazo
26	Correcciones de retardo ionosférico
27	Mensaje de servicio SBAS
28	Matriz de covarianza de reloj-efemérides
29 a 61	Extra
62	Reservado – Contenido para servicio SBAS L1 únicamente
63	Mensaje nulo – Contenido para servicio SBAS L1 únicamente

Los mensajes en L1 (tabla B-62) se usan con el servicio SBAS L1 y los mensajes en L5 (tabla B-98) se usan con el servicio SBAS DFMC. Los mensajes de tipos 0, 62 y 63 se usan independientemente en ambos servicios, SBAS L1 y SBAS DFMC, y su contenido únicamente se aplica a su respectivo servicio.

3.4.3.5.4 Se formará $M(x)$ a partir del preámbulo de mensaje SBAS de 8 bits, del identificador de tipo de mensaje de 6 bits y del campo de datos de 212 bits. Los bits serán distribuidos en el orden transmitido desde el satélite SBAS de forma que m_1 corresponda al primer bit transmitido del preámbulo y m_{226} corresponda al bit 212 del campo de datos.

3.4.3.5.5 Se establecerá el orden de transmisión de los bits o del código CRC de forma que r_1 sea el primer bit transmitido y r_{24} sea el último bit transmitido.

3.4.4 Contenido de datos de SBAS L1.

3.4.4.1 Parámetros de máscara PRN. Los parámetros de máscara PRN serán los siguientes:

Número de código PRN: número por el que se identifica inequívocamente el código PRN de satélite y las asignaciones correspondientes según lo indicado en la tabla B-63.

Máscara PRN: los 210 valores de máscara PRN que corresponden a los números de código PRN de satélite. La máscara se reglará a 51 de los 210 valores de máscara PRN.

El primer bit transmitido de la máscara PRN corresponde al número de código PRN uno (1).

Valor de máscara PRN: un bit en la máscara PRN indicando si se proporcionan datos para el número de código PRN de satélite asociado (de 1 a 210).

Codificación: 0 = no se proporcionan datos.
1 = se proporcionan datos.

Número de máscara PRN: el número secuencial (de 1 a 51) de los valores de máscara reglados en la máscara PRN.

El número de máscara PRN es "1" para el número PRN de satélite mínimo respecto al cual el valor de máscara PRN es "1".

Expedición de datos — PRN (IODP): un indicador por el que se asocian los datos de corrección a la máscara PRN.

Los parámetros se radiodifunden en los siguientes mensajes:

- Máscara PRN (constituida por 210 valores de máscara PRN) en el mensaje de tipo 1;
- Número de máscara PRN en los mensajes de tipos 24, 25 y 28;
- Número de código PRN en el mensaje de tipo 17; y
- IODP en los mensajes de tipo 1 a 5, 7, 24, 25 y 28.

3.4.4.2 Parámetros de función telemétrica de órbita geoestacionaria (GEO). Los parámetros de función telemétrica GEO serán los siguientes:

$[X_G Y_G Z_G]$: posición de GEO a la hora $t_{0,GEO}$.

$[\dot{X}_G \dot{Y}_G \dot{Z}_G]$: velocidad de GEO a la hora $t_{0,GEO}$.

$[\ddot{X}_G \ddot{Y}_G \ddot{Z}_G]$: aceleración de GEO a la hora $t_{0,GEO}$.

α_{GEO} : desplazamiento horario del reloj GEO respecto a SNT para SBAS L1, definido a la hora $t_{0,GEO}$.

α_{GEO} : cambio de deriva del reloj GEO respecto a SNT para SBAS L1.

Exactitud de distancia del usuario (URA): un indicador del error telemétrico de media cuadrática con exclusión de efectos atmosféricos, según lo descrito en la tabla B-64.

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 9.

3.4.4.3 Parámetros de almanaque GEO. Los parámetros de almanaque GEO serán los siguientes:

Número de código PRN: véase el numeral 3.5.4.1.

Tabla B-63. Asignaciones de número de código PRN

Número de código PRN	Asignación
1 – 37	GPS
38 – 61	Núm. de intervalo GLONASS + 37
62 – 119	Extra
120 – 158	SBAS
159 – 210	Extra

Tabla B-64. Exactitud telemétrica de usuario

URA	Exactitud (rms)
0	2 m
1	2,8 m
2	4 m
3	5,7 m
4	8 m
5	11,3 m
6	16 m
7	32 m
8	64 m
9	128 m
10	256 m
11	512 m
12	1 024 m
13	2 048 m
14	4 096 m
15	"No utilizar"

Los valores URA de 0 a 14 no se usan en los protocolos para la aplicación de datos (numeral 3.4.5). Los receptores de a bordo no usarán la función telemétrica de la GEO si la URA indica "No utilizar" (numeral 3.4.8.3).

Funcionalidad y estado: indicación de las funciones proporcionadas por el SBAS. Los identificadores de proveedor de servicio se presentan en la tabla B-65:

Codificación:	Bit 0 (LSB)	Telemetría	En (0)	Fuera (1)
	Bit 1	Correcciones de exactitud	En (0)	Fuera (1)
	Bit 2	Estado del satélite y correcciones básicas	En (0)	Fuera (1)
	Bit 3	Extra		
	Bits 4 a 7	Identificador de proveedor de servicio		

$[X_{G,A} Y_{G,A} Z_{G,A}]$: la posición del GEO a la hora $t_{\text{almanaque}}$.

$[\dot{X}_{G,A} \dot{Y}_{G,A} \dot{Z}_{G,A}]$: la velocidad del GEO a la hora $t_{\text{almanaque}}$.

$t_{\text{almanaque}}$: hora de referencia para datos de almanaque GEO, expresada como la hora después de medianoche del día en curso.

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 17.

3.4.4.4 Parámetros de radiodifusión de corrección de satélite.

3.4.4.4.1 Los parámetros de corrección a largo plazo serán los siguientes:

Expedición de datos (IOD_i): indicador que asocia las correcciones a largo plazo para el satélite i ésimo con la radiodifusión de datos de efemérides de tal satélite.

Para el GPS, IOD_i coincidirá con IODE y los 8 LSB de IODC (véase los numerales 3.1.1.3.1.4 y 3.1.1.3.2.2).

Para el GLONASS, IOD_i indicará el período en que los datos GLONASS deben utilizarse con datos SBAS.

Consta de dos campos, según figura en la tabla B-66.

δx_i : para el satélite i , la corrección de efemérides en el eje x .

δy_i : para el satélite i , la corrección de efemérides en el eje y .

δz_i : para el satélite i , la corrección de efemérides en el eje z .

$\delta a_{i,fo}$: para el satélite i , la corrección de hora de efemérides.

$\delta \dot{x}_i$: para el satélite i , la corrección de velocidad de efemérides en el eje x .

$\delta \dot{y}_i$: para el satélite i , la corrección de velocidad de efemérides en el eje y .

$\delta \dot{z}_i$: para el satélite i , la corrección de velocidad de efemérides en el eje z .

$\delta a_{i,\dot{t}}$: para el satélite i , régimen de cambio de la corrección de hora de efemérides.

$t_{i,LT}$: la hora de aplicación de los parámetros δx_i , δy_i , δz_i , $\delta a_{i,fo}$, $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,\dot{t}}$ expresada en segundos después de la medianoche del día en curso.

Código de velocidad: indicador de la radiodifusión de formato de mensaje (tabla B-86 y tabla B-87).

Codificación: 0 = $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,\dot{t}}$ no se radiodifunden.

1 = $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,\dot{t}}$ se radiodifunden.

Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipos 24 y 25.

Tabla B-65. Identificación de proveedor de servicio SBAS

Identificador	Proveedor de servicio
0	WAAS
1	EGNOS
2	MSAS
3	GAGAN
4	SDCM
5	BDSBAS
6	KASS
7	ANGA
8	SouthPAN
9 a 13	Reservado para SBAS
14, 15	Reservado
16 a 31	Reservado para proveedores de SBAS que solo operen con SBAS DFMC

Se utiliza la ID de proveedor de servicio 14 para el GBAS y no es aplicable al SBAS.

No es posible codificar ID de proveedores de servicio entre 16 y 31 en el mensaje SBAS L1.

Tabla B-66. IOD_i para satélites GLONASS

MSB	LSB
Intervalo de validez (5 bits)	Tiempo de latencia (3 bits)

Los parámetros de corrección rápida serán los siguientes:

Corrección rápida (FC_i): para el satélite *i*, la corrección de pseudodistancia respecto a errores de rápida variación, excepto los errores troposféricos o ionosféricos, por añadir a la pseudodistancia después de aplicada la corrección a largo plazo.

El receptor de usuario aplica correcciones troposféricas por separado (numerales 3.4.8.4.2 y 3.4.8.4.3).

Identificador de tipo de corrección rápida: indicador (0, 1, 2, 3) de si el mensaje de tipo 24 incluye la corrección rápida y los datos de integridad asociados a los números de máscara PRN del mensaje de tipo 2, tipo 3, tipo 4 o tipo 5, respectivamente.

Expedición de datos — corrección rápida (IODF_j): indicador que asocia UDRE_i a las correcciones rápidas. El índice *j* denotará el tipo de mensaje (*j* = 2 a 5) al que se aplica IODF_j (identificador de tipo de corrección rápida + 2).

Se radiodifunde el identificador de tipo de corrección rápida en los mensajes de tipo 24. Los FC_i se radiodifunden en los mensajes de tipos 2 a 5 y 24. Los IODF_j se radiodifunden en los mensajes de tipos 2 a 6 y de tipo 24.

Parámetros de integridad de corrección rápida y a largo plazo. Los parámetros de integridad de corrección rápida y a largo plazo serán los siguientes:

UDRE_i: indicador que define σ^2_{UDRE} para el satélite *i* según lo descrito en la tabla B-67.

Varianza modelo de errores residuales de reloj y de efemérides (σ^2_{UDRE}): la varianza de la distribución normal asociada a los errores de distancia diferencial del usuario para el satélite *i* después de aplicadas las correcciones rápidas y a largo plazo, excluidos los efectos atmosféricos y utilizada en los cálculos de nivel de protección horizontal/nivel de protección vertical (3.5.5.6).

Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipo 2 a 6 y de tipo 24.

Tabla B-67. Evaluación de UDRE_i

UDRE _i	$\sigma^2_{I,UDRE}$
0	0.0520 m ²
1	0.0924 m ²
2	0.1444 m ²
3	0.2830 m ²
4	0.4678 m ²
5	0.8315 m ²
6	1.2992 m ²
7	1.8709 m ²
8	2.5465 m ²
9	3.3260 m ²
10	5.1968 m ²
11	20.7870 m ²
12	230.9661 m ²
13	2 078.695 m ²
14	"No bajo supervisión"
15	"No utilizar"

3.4.4.6 *Parámetros de corrección ionosférica.* Los parámetros de corrección ionosférica serán los siguientes:

Máscara IGP: el conjunto de 11 máscaras de banda (IGP) definidas en la tabla B-68.

Máscara de banda IGP: un conjunto de valores de máscara IGP que corresponde a todos los lugares IGP en una de las 11 bandas IGP definidas en la tabla B-68.

Valor de máscara IGP: bit indicando si se proporcionan los datos dentro de la banda IGP para la IGP asociada.

Codificación: 0 = no se proporcionan datos
1 = se proporcionan datos

Número de bandas IGP: el número de máscaras de banda IGP que se radiodifunde.

Identificador de banda IGP: el número que identifica la banda ionosférica según lo definido en la tabla B-68.

Identificador de bloque IGP: el identificador de bloque IGP indica el bloque IGP. Se definen los bloques IGP subdividiendo en grupos la secuencia de 15 IGP dentro de una máscara de banda IGP que tenga los valores de máscara IGP iguales a "1". Se numeran los bloques IGP en orden de transmisión de valor de máscara IGP, empezando por cero "0".

Intervalo de validez (V): intervalo de tiempo durante el cual se aplican los datos de efemérides GLONASS (codificados con un desplazamiento horario de 30 s), según se describe en la tabla B-69.

Tiempo de latencia (L): intervalo de tiempo entre el momento en que el segmento de tierra ha recibido la última efemérides GLONASS y el momento de la transmisión del primer bit del mensaje de corrección a largo plazo en GEO (t_{lc}) como se describe en la tabla B-30.

$IODI_k$: una indicación del momento en que cambia la máscara de la k -ésima banda IGP.

Estimación de retardo vertical IGP: una estimación del retardo inducido para una señal en 1 575.42 MHz si atraviesa verticalmente la ionosfera en IGP.

Codificación: la configuración de bits "11111111" indicará "no utilizar".

GIVEI: un indicador que define $\sigma^2_{i,GIVE}$ según lo descrito en la tabla B-71.

Varianza modelo de errores residuales ionosféricos ($\sigma^2_{i,GIVE}$): la varianza de una distribución normal asociada al error residual vertical ionosférico en el IGP para una señal L1.

Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipos 18 y 26.

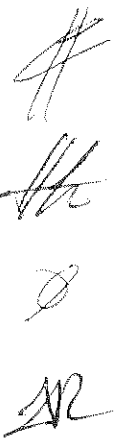


Tabla B-68. Lugares IGP y números de banda

Lugar IGP		Orden de transmisión en la máscara de banda IGP
Banda 0		
180 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	1 – 28
175 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	29 – 51
170 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	52 – 78
165 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
160 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
155 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
150 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
145 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Banda 1		
140 W	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 28
135 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	29 – 51
130 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	52 – 78
125 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
120 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
115 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
110 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
105 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Banda 2		
100 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
95 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
90 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	51 – 78
85 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
80 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
75 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
70 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
65 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Banda 3		
60 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
55 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
50 W	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 78
45 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
40 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
35 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
30 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
25 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Banda 4		
20 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
15 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
10 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
5 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100

Lugar IGP		Orden de transmisión en lamáscara de banda IGP
0	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	101 - 128
5 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 - 151
10 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 - 178
15 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 - 201
Banda 5		
20 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 - 27
25 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 - 50
30 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 - 77
35 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 - 100
40 E	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 - 128
45 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 - 151
50 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 - 178
55 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 - 201
Banda 6		
60 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 - 27
65 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 - 50
70 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 - 77
75 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 - 100
80 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 - 127
85 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 - 150
90 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	151 - 178
95 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 - 201
Banda 7		
100 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 - 27
105 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 - 50
110 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 - 77
115 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 - 100
120 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 - 127
125 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 - 150
130 E	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	151 - 178
135 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 - 201
Banda 8		
140 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 - 27
145 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 - 50
150 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 - 77
155 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 - 100
160 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 - 127
165 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 - 150
170 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	151 - 177
175 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	178 - 200
Banda 9		
60 N	180W, 175W, 170W, ..., 165E, 170E, 175E	1 - 72
65 N	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	73 - 108
70 N	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	109 - 144
75 N	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	145 - 180
85 N	180W, 150W, 120W, ..., 90E, 120E, 150E	181 - 192
Banda 10		
60 S	180W, 175W, 170W, ..., 165E, 170E, 175E	1 - 72
65 S	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	73 - 108
70 S	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	109 - 144
75 S	180W, 170W, 160W, ..., 150E, 160E, 170E	145 - 180
85 S	170W, 140W, 110W, ..., 100E, 130E, 160E	181 - 192

Tabla B-69. Intervalo de validez

Datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Intervalo de validez (V)	5	30 s a 960 s	30 s

Tabla B-70. Tiempo de latencia

Datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Tiempo de latencia (L)	3	0 s a 120 s	30 s

Tabla B-71. Evaluación de $GIVEI_i$

$GIVEI_i$	$\sigma^2_{L,UDRE}$
0	0.0084 m ²
1	0.0333 m ²
2	0.0749 m ²
3	0.1331 m ²
4	0.2079 m ²
5	0.2994 m ²
6	0.4075 m ²
7	0.5322 m ²
8	0.6735 m ²
9	0.8315 m ²
10	1.1974 m ²
11	1.8709 m ²
12	3.3260 m ²
13	20.787 m ²
14	187.0826 m ²
15	"No bajo supervisión"

3.4.4.7 Parámetros de degradación. Los parámetros de degradación, siempre que se utilicen, serán los siguientes:

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (a_i): un indicador del factor de degradación de corrección rápida (a_i) para el i -ésimo satélite según lo descrito en la tabla B-72.

También se utiliza el a_i para definir el intervalo de expiración para correcciones rápidas, según lo descrito el numeral 3.4.8.1.2.

Tiempo de latencia del sistema (t_{lat}): el intervalo de tiempo entre el origen de la degradación de corrección rápida y la hora de referencia del indicador estimado telemétrico diferencial del usuario (UDREI).

B_{rrc} : un parámetro que limita los errores de ruido y de redondear al calcular la degradación de corrección de cambio de distancia según el numeral 3.4.5.6.2.2.

C_{Itc_lsb} : el error máximo de redondear debido a la resolución de la información de órbita y de reloj.

C_{Itc_vi} : el error de velocidad limitado a la diferencia máxima de cambio de distancia de los mensajes perdidos debido a diferencias de índice de cambio de reloj y de órbita.

I_{Itc_vi} : el intervalo de actualización para correcciones a largo plazo si el código de velocidad = 1 (véase el numeral 3.4.4.4.1).

C_{Itc_vo} : un parámetro que limita la diferencia entre dos correcciones consecutivas a largo plazo para satélites con código de velocidad = 0.

I_{Itc_vo} : el intervalo mínimo de actualización para mensajes a largo plazo si el código de velocidad = 0 (véase 3.4.4.4.1).

C_{GEO_lsb} : el error máximo de redondeo debido a la resolución de la información de órbita y de reloj.

Tabla B-72. Factor de degradación de corrección rápida

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (a_i)	Factor de degradación de corrección rápida (a_i)
0	0.0 mm/s ²
1	0.05 mm/s ²
2	0.09 mm/s ²
3	0.12 mm/s ²
4	0.15 mm/s ²
5	0.20 mm/s ²
6	0.30 mm/s ²
7	0.45 mm/s ²
8	0.60 mm/s ²
9	0.90 mm/s ²
10	1.50 mm/s ²
11	2.10 mm/s ²
12	2.70 mm/s ²
13	3.30 mm/s ²
14	4.60 mm/s ²
15	5.80 mm/s ²

C_{GEO_vi} : el error de velocidad limitado a la diferencia máxima de cambio de distancia de los mensajes perdidos debido a diferencias de índice de cambio de reloj y de órbita.

I_{GEO} : el intervalo de actualización para mensajes de función telemétrica GEO.

C_{er} : el límite del error residual asociado al uso de datos más allá de la aproximación de precisión/aproximación con expiración de guía vertical.

C_{iono_step} : el límite de la diferencia entre valores sucesivos de retardo de retícula ionosférica.

I_{iono} : intervalo mínimo de actualización para mensajes de corrección ionosférica.

$C_{iono\ ramp}$: el índice de cambio de las correcciones ionosféricas.

RSS_{UDRE} : la bandera media cuadrática para residuos de corrección rápida y a largo plazo.

Codificación: 0 = residuos de corrección sumados linealmente.
1 = residuos de corrección por media cuadrática.

RSS_{iono} : bandera media cuadrática para residuos ionosféricos.

Codificación: 0 = residuos de corrección sumados linealmente.
1 = residuos de corrección por media cuadrática.

$C_{covarianza}$: término que se utiliza para compensar el efecto de la cuantificación al utilizar el mensaje de tipo 28.

Los parámetros a_i y t_{lat} se radiodifunden en el mensaje de tipo 7. Todos los demás parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 10.

Si no se radiodifunde el mensaje de tipo 28, no se aplica la $C_{covarianza}$.

3.4.4.1 Parámetros de hora. Los parámetros de hora, siempre que se utilicen, serán los siguientes:

Identificación de norma UTC: una indicación de la fuente de referencia UTC según lo definido en la tabla B-73.

Cuenta de tiempo de semana GPS: el número de segundos transcurridos desde la transición desde la semana GPS anterior (similar al parámetro GPS en el numeral 3.1.1.2.6.1 pero con una resolución de 1 segundo).

Número de semana GPS (cuenta de semana): véase el numeral 3.1.1.2.6.2.

Indicador GLONASS: bandera indicando si se proporcionan parámetros de hora GLONASS.

Codificación: 0 = no se proporcionan parámetros de hora GLONASS.
1 = se proporcionan parámetros de hora GLONASS.

Desplazamiento de hora GLONASS en L1 ($\delta a_{i, GLONASS}$): Parámetro radiodifundido en L1 que representa la parte estable del desplazamiento entre la hora GLONASS L1 y la hora de red SBAS L1.

Si el SBAS L1 no da apoyo al GLONASS, el $\delta a_{i, GLONASS}$ no es aplicable.

Parámetros UTC: A_{ISNT} , A_{OSNT} , t_{ot} , WN_t , Δt_{LS} , WN_{LSF} , DN y Δt_{LSF} se describen en el numeral 3.1.1.3.3.6, con excepción de que los parámetros SBAS relacionan la hora SNT con la hora UTC, en lugar de la hora GPS.

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 12.

Tabla B-73. Identificador de norma UTC

Identificador de norma UTC	Norma UTC
0	UTC según el Instituto Nacional de Tecnología de la Información y las Comunicaciones, Tokio, Japón
1	UTC según el Instituto Nacional de Normas y Tecnología EUA
2	UTC según el Observatorio Naval EUA
3	UTC según la Oficina Internacional de Pesos y Medidas
4	UTC según el Laboratorio Europeo
5	UTC según el Servicio de Hora Oficial de la Academia de Ciencias de China
6	Reservado
7	No proporciona UTC
8 a 15	Reservado para SBAS DFMC únicamente

No es posible codificar ID de identificadores de norma UTC entre 8 y 15 en el mensaje SBAS L1.

3.4.4.9 Parámetros de región de servicio. Los parámetros de región de servicio serán los siguientes:

Expedición de datos, servicio (IODS): indicación de un cambio de servicio proporcionado en la región.

Número de mensajes de servicio: el número de distintos mensajes de servicio SBAS de tipo 27 radiodifundidos. (El valor se codifica con un desplazamiento de 1).

Número de mensajes de servicio: un número secuencial que identifica al mensaje dentro del conjunto de radiodifusión actual de mensajes de tipo 27 (desde 1 al número de mensajes de servicio, codificados con un desplazamiento de 1).

Número de regiones: el número de regiones de servicio para las cuales se radiodifunden las coordenadas en el mensaje.

Código de prioridad: indicador de precedencia del mensaje si dos mensajes definen regiones superpuestas. El mensaje con el valor superior de código de prioridad tiene precedencia. Si los códigos de prioridad son iguales, tiene precedencia el mensaje con un δ UDRE inferior.

Indicador δ UDRE-interior: una indicación del factor de degradación (δ UDRE) de UDRE regional aplicable en lugares dentro de cualquier región definida en el mensaje, de conformidad con la tabla B-74.

Indicador δ UDRE-fuera: una indicación del factor de degradación (δ UDRE) de UDRE regional aplicable en lugares fuera de todas las regiones definidas en todos los mensajes vigentes de tipo 27, de conformidad con la tabla B-74.

Latitud de la coordenada: la latitud de una esquina de una región.

Longitud de la coordenada: la longitud de una esquina de una región.

Forma de región: una indicación de si la región es un triángulo o un cuadrángulo.

Codificación: 0 = triángulo
1 = cuadrángulo

La coordenada 3 tiene la latitud de la coordenada 1 y la longitud de la coordenada 2. Si la región es un cuadrángulo, la coordenada 4 tiene la latitud de la coordenada 2 y la longitud de la coordenada 1. El límite de la región se forma uniendo las coordenadas en la secuencia 1-2-3-1 (triángulo) o 1-3-2-4-1 (cuadrángulo). Los segmentos del límite tienen una latitud constante, longitud constante o pendiente constante en grados de latitud por grado de longitud. El cambio de latitud o de longitud a lo largo de cualquier tramo del límite entre dos coordenadas es inferior a $\pm 180^\circ$.

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 27.

3.5.4.10 Parámetros de la matriz de covarianza de reloj-efemérides. Los parámetros de la matriz de covarianza de reloj-efemérides serán los siguientes:

Número de máscara PRN: véase el numeral 3.5.4.1.

Exponente de escala: término que se emplea para calcular el factor de escala utilizado para codificar los elementos de factorización de Cholesky.

Elementos de factorización de Cholesky (E_{ij}): elementos de una matriz triangular superior que comprime la información en la matriz de covarianza de reloj y efemérides. Estos elementos se utilizan para calcular el factor de degradación estimado telemétrico diferencial del usuario (UDRE) ($\delta UDRE$) en función de la posición del usuario.

Tabla B-74. Evaluación de indicador $\delta UDRE$

<i>Indicador $\delta UDRE$</i>	<i>$\delta UDRE$</i>
0	1
1	1.1
2	1.25
3	1.5
4	2
5	3
6	4
7	5
8	6
9	8
10	10
11	20
12	30
13	40
14	50
15	100

3.4.5 Definiciones de protocolos para aplicación de datos en SBAS L1.

En esta sección se proporcionan las definiciones de los parámetros utilizados por elementos que no son de aeronave o por elementos de aeronave que no se transmiten. Estos parámetros, necesarios para garantizar la interfuncionalidad del SBAS, se emplean para determinar la solución de navegación y su integridad (niveles de protección).

3.4.5.1 Posición Y Reloj GEO.

3.4.5.1.1 Estimación de la posición GEO. La posición estimada de un GEO a cualquier hora t_k es:

$$\begin{bmatrix} \hat{X}_G \\ \hat{Y}_G \\ \hat{Z}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{X}_G \\ \dot{Y}_G \\ \dot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \ddot{X}_G \\ \ddot{Y}_G \\ \ddot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO})^2$$

Corrección de reloj GEO. La corrección de reloj para un satélite GEO SBAS i se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_G - \Delta t_G$$

Donde:

t = hora de red SBAS;
 t_G = hora de fase de código GEO de transmisión del mensaje; y
 Δt_G = desplazamiento de fase de código GEO.

3.4.5.1.2.1 El desplazamiento de fase de código GEO (Δt_G) a cualquier hora t es:

$$\Delta t_G = a_{G0} + a_{G1} (t - t_{0,GEO})$$

Donde $(t - t_{0,GEO})$ es corregido para cruce de fin de día.

3.4.5.2 Correcciones a largo plazo.

3.4.5.2.1 *Corrección de reloj GPS*. La corrección de reloj para un satélite i del GPS se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_{sv,i} - [(\Delta t_{sv,i})_{L1} + \delta \Delta t_{sv,i}]$$

Donde:

t = hora de red SBAS;
 $t_{sv,i}$ = hora del satélite GPS en el momento de la transmisión del mensaje;
 $(\Delta t_{sv,i})_{L1}$ = desplazamiento de fase de código PRN de satélite según lo definido en el numeral 3.1.2.2;
 $\delta \Delta t_{sv,i}$ = corrección de desplazamiento de fase de código.

3.4.5.2.1.1 La corrección de desplazamiento de fase de código ($\delta \Delta t_{sv,i}$) para un satélite GPS o SBAS i en cualquier hora del día t_k es:

$$\delta \Delta t_{sv,i} = \delta a_{i,f0} + \delta a_{i,f1} (t_k - t_{i,L1})$$

3.4.5.2.2 *Corrección de reloj GLONASS*. La corrección de reloj para satélites GLONASS i se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_{sv,i} + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_{sv,i} - t_b) - \delta \Delta t_{sv,i}$$

Donde:

t = red SBAS;

$t_{sv,i}$ = hora del satélite GLONASS al transmitir el mensaje;

$t_b, \tau_n(t_b), \gamma_n(t_b)$ = parámetros de hora GLONASS según se define en el numeral 3.2.2.2; y

$\delta \Delta t_{sv,i}$ = corrección de desplazamiento de fase de código.

La corrección de desplazamiento de fase de código $\delta \Delta t_{sv,i}$ para satélites GLONASS i es:

$$\delta \Delta t_{sv,i} = \delta a_{i,fo} + \delta a_{i,fi}(t - t_{i,LT}) + \delta a_{i,GLONASS}$$

Donde: $(t - t_{i,LT})$ se corrige para los cruces al final del día. Si el código de velocidad es igual a 0, entonces $\delta a_{i,fi}$ es igual a 0.

3.4.5.2.3 *Corrección de posición de satélite.* El vector SBAS corregido para constelaciones principales de satélites o para un satélite i del SBAS a la hora t es:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{\text{corregido}} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x}_i \\ \delta \dot{y}_i \\ \delta \dot{z}_i \end{bmatrix} (t - t_{i,LT})$$

Donde:

$(t - t_{i,LT})$ corregido por cruce de fin de día; y

$[x_i \ y_i \ z_i]^T$ = el vector de posición de constelaciones principales de satélites o el satélite SBAS, según lo definido en los numerales 3.1.2.3, 3.2.2.3 y 3.5.5.1.1.

Si el código de velocidad = 0, entonces $[\delta x_i \ \delta y_i \ \delta z_i]^T = [0 \ 0 \ 0]^T$.

3.4.5.3 Correcciones de pseudodistancia. La pseudodistancia corregida a la hora t para el satélite i es:

$$PR_i, \text{ corregido} = PR_i + FC_i + RRC_i (t - t_{i,of}) + IC_i + TC_i$$

donde:

PR_i = la pseudodistancia medida después de aplicarse la corrección de reloj del satélite;

FC_i = la corrección rápida;

RRC_i = la corrección de cambio de distancia;

IC_i = la corrección ionosférica;

TC_i = la corrección troposférica (valor negativo representa el retardo troposférico); y

$t_{i,of}$ = la hora de aplicación de las correcciones rápidas más recientes, lo cual es el principio de la época del segundo SNT que coincide con la transmisión en el satélite SBAS del primer símbolo del bloque de mensaje.

3.4.5.1 Correcciones de cambio de distancia (RRC). Corrección de cambio de distancia para el satélite i es:

$$RRC_i = \begin{cases} \frac{FC_{i,actual} - FC_{i,anterior}}{t_{i,of} - t_{i,of_anterior}}, & \text{si } a_i \neq 0 \\ 0, & \text{si } a_i = 0 \end{cases}$$

Donde:

- $FC_{i,actual}$ = la corrección rápida más reciente;
 $FC_{i,anterior}$ = una corrección rápida anterior;
 $t_{i,of}$ = la hora de aplicación de $FC_{i,actual}$;
 $t_{i,of_anterior}$ = la hora de aplicación de $FC_{i,anterior}$; y
 a_i = factor de degradación de corrección rápida (véase la tabla B-72).

3.4.5.5 Correcciones ionosféricas de radiodifusión.

3.4.5.5.1 Emplazamiento del punto de penetración ionosférica. El emplazamiento de IPP se define como la intersección del tramo de línea desde el receptor al satélite con un elipsoide de altura constante de 350 km por encima del elipsoide WGS 84. Este emplazamiento se define en función de latitud WGS-84 (ϕ_{pp}) y longitud WGS-84 (λ_{pp}).

3.4.5.5.2 Correcciones ionosféricas. La corrección ionosférica para el satélite i es:

$$IC_i = -F_{pp} \tau_{vpp}$$

Donde:

- F_{pp} = factor de oblicuidad = $\left[1 - \left(\frac{R_e \cos \theta_i}{R_e + h_1}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$;
 τ_{vpp} = estimación de retardo ionosférico vertical interpolado (véase el numeral 3.4.5.5.3);
 R_e = 6 378.1363 km;
 θ_i = ángulo de elevación del satélite i ; y
 h_1 = 350 km.

Para los satélites GLONASS, la corrección ionosférica (IC_i) debe multiplicarse por el cuadrado de la relación de las frecuencias GLONASS a GPS ($f_{GLONASS}/f_{GPS}$)².

3.4.5.5.3 Estimación de retardo ionosférico vertical interpolado. Cuando se utilizan cuatro puntos para la interpolación, la estimación del retardo ionosférico vertical interpolado en la latitud ϕ_{pp} y longitud λ_{pp} es:

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^4 W_k \tau_{vk}$$

Donde:

τ_{vk} : valores de retardo vertical del punto reticular de radiodifusión en la esquina k -ésima de la retícula IGP, según lo indicado en la figura B-26.

- $W_1 = x_{pp} y_{pp}$;
 $W_2 = (1 - x_{pp}) y_{pp}$;
 $W_3 = (1 - x_{pp}) (1 - y_{pp})$; y
 $W_4 = x_{pp} (1 - y_{pp})$.

5.4.5.3.1 Para los IPP entre N85° y S85°:

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$y_{pp} = \frac{\phi_{pp} - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$$

Donde:

- λ_1 = longitud de los IGP al oeste de IPP;
- λ_2 = longitud de los IGP al este de IPP;
- ϕ_1 = latitud de los IGP al sur de IPP; y
- ϕ_2 = latitud de los IGP al norte de IPP.

Si λ_1 y λ_2 cruzan los 180° de longitud, en el cálculo de x_{pp} debe tenerse en cuenta la discontinuidad de los valores de la longitud.

Para los IPP al norte de N85° o al sur de S85°:

$$y_{pp} = \frac{|\phi_{pp}| - 85^\circ}{10^\circ}$$

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_3}{90^\circ} \times (1 - 2y_{pp}) + y_{pp}$$

Donde

- λ_1 = longitud del segundo IGP al este del IPP;
- λ_2 = longitud del segundo IGP al oeste del IPP;
- λ_3 = longitud del IGP más cercano al oeste del IPP; y
- λ_4 = longitud del IGP más cercano al este del IPP.

Cuando se utilizan tres puntos para la interpolación, la estimación del retardo ionosférico vertical interpolado es:

3.4.5.3.3 Para puntos entre 75°S y 75°N:

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^3 W_k \tau_{vk}$$

Donde:

$$W_1 = y_{pp};$$

$$W_2 = 1 - x_{pp} - y_{pp};$$

$$W_3 = x_{pp}.$$

3.4.5.5.3.4 x_{pp} e y_{pp} se calculan como para la interpolación de cuatro puntos, excepto que λ_1 y ϕ_1 son siempre la longitud y la latitud de IGP 2, y λ_2 y ϕ_2 son la otra longitud y latitud. IGP 2 es siempre el vértice opuesto a la hipotenusa del triángulo definido por los tres puntos, IGP 1 tiene la misma longitud que IGP 2, e IGP 3 tiene la misma latitud que IGP 2. (Semuestra un ejemplo en la figura B-27).

3.4.5.5.3.5 Para puntos al norte de 75°N y al sur de 75°S, no se presta apoyo a la interpolación de tres puntos.

3.4.5.5.4 Selección de puntos reticulares ionosféricos. El protocolo para la selección de puntos reticulares ionosféricos(IGP) es:

a) Para un IPP entre 60°S y 60°N:

- 1) Sí cuatro IGP que definen una célula de 5 grados por 5 grados en torno al IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 2) Sí tres IGP cualesquiera que definen un triángulo de 5 grados por 5 grados que circunscribe el IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 3) Sí cuatro IGP cualesquiera que definen una célula de 10 grados por 10 grados en torno al IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 4) Sí tres IGP cualesquiera que definen un triángulo de 10 grados por 10 grados que circunscribe el IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 5) No se dispone de ninguna corrección ionosférica.

b) Para un IPP entre 60°N y 75°N o entre 60°S y 75°S:

- 1) Sí cuatro IGP que definen una célula de 5 grados de latitud por 10 grados de longitud en torno al IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 2) Sí tres IGP cualesquiera que definen un triángulo de 5 grados de latitud por 10 grados de longitud que circunscribe el IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 3) Sí cuatro IGP cualesquiera que definen una célula de 10 grados por 10 grados en torno al IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 4) Sí tres IGP cualesquiera que definen un triángulo de 10 grados por 10 grados que circunscribe el IPP se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
- 5) No se dispone de ninguna corrección ionosférica.

c) Para un IPP entre 75°N y 85°N o entre 75°S y 85°S:

- 1) Si los dos IGP más próximos a 75° y los dos IGP más próximos a 85° (separados por 30° de longitud si se utiliza la banda 9 o la banda 10, separados por 90° de lo contrario) se ponen a "1" en la máscara IGP, se crea una célula de 10 grados por 10 grados interpolando linealmente entre los IGP a 85° para obtener los IGP virtuales a longitudes iguales a las longitudes de los IGP en 75°; de lo contrario,
- 2) No se dispone de ninguna corrección ionosférica.

d) Para un IPP al norte de 85°N:

- 1) Si los cuatro IGP en la latitud 85°N y las longitudes 180°W, 90°W, 0° y 90°E se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario no se dispone de ninguna corrección ionosférica.

- e) Para un IPP al sur de 85°S:
- 1) Si los cuatro IGP en la latitud 85°S y longitudes 140°W, 50°W, 40°E y 130°E se ponen a "1" en la máscara IGP, se seleccionan; de lo contrario,
 - 2) No se dispone de ninguna corrección ionosférica.

Esta selección se basa únicamente en la información proporcionada en la máscara sin tener en cuenta si los IGP seleccionados se supervisan, "no se supervisan" o "no se utilizan". Si se identifica cualquiera de los IGP seleccionados como "no se utilizan" no se dispone de ninguna corrección ionosférica. Si se seleccionan cuatro IGP y uno de los cuatro se identifica como "no supervisado" entonces se utiliza la interpolación de tres puntos, si el IPP está dentro de la región triangular cubierta por las tres correcciones que se proporcionan.

3.4.5.6 Niveles de protección. El nivel de protección horizontal (HPL) y el nivel de protección vertical (VPL) son:

K d para en ruta mediante modos de aproximación que no es de precisión (NPA).

$$\text{HPL}_{\text{SBAS}} = \begin{cases} K_{\text{H,NPA}} \times d_{\text{mayor}} & \text{para en ruta mediante modos de aproximación que no es de precisión (NPA)} \\ K_{\text{H,PA}} \times d_{\text{mayor}} & \text{para modos de aproximación de precisión (PA) y de aproximación con guía vertical (APV)} \end{cases}$$

$$\text{VPL}_{\text{SBAS}} = K_{\text{V,PA}} \times dv$$

Donde:

$d_v^2 = \sum_{i=1}^N s_{v,i}^2 \sigma_i^2$ = varianza de distribución modelo que se sale de los límites de la distribución de error verdadero en el eje vertical.

$$d_{\text{mayor}} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}}$$

$d_{xy} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$ = varianza de distribución modelo que se sale de los límites de la distribución de error verdadero en el eje x;

$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2$ = varianza de distribución modelo que se sale de los límites de la distribución de error verdadero en el eje y;

$d_{xy} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$ = covarianza de la distribución modelo en el eje x y en el eje y;

Donde:

$s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{v,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite; y

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i,\text{flt}}^2 + \sigma_{i,\text{UIRE}}^2 + \sigma_{i,\text{air}}^2 + \sigma_{i,\text{tropo}}^2.$$

Se definen las varianzas ($\sigma_{2i,fit}$ y $\sigma_{2i,UIRE}$) en los numerales 3.4.5.6.2 y 3.4.5.6.3.1. Los parámetros ($\sigma_{2i,air}$ y $\sigma_{2i,tropo}$) se determinan mediante el elemento de aeronave (véase los numerales 3.4.8.4.2 y 3.4.8.4.3).

Por definición los ejes x e y están en el plano horizontal local, y el eje v representa la vertical local.

Para una solución general de posición de mínima cuadrática, la matriz S de proyección es:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \dots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \dots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \dots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

Donde:

$G_i = [-\cos E_i, \cos A_z, -\cos E_i, \sin A_z, -\sin E_i, 1]$ = i-ésima hilera de G;

$$W^{-1} = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_N \end{bmatrix};$$

E_i = el ángulo de elevación de la fuente en la i-ésima telemétrica (en grados);

A_z = el azimut de la fuente en la i-ésima telemétrica en el sentido contrario a las agujas del reloj desde el eje x en grados; y

w_i = la ponderación inversa asociada al satélite $i = \sigma_{2i}$

Para mejorar la legibilidad, se omitió de la ecuación el subíndice i.

Para una solución de mínima cuadrática no ponderada, la matriz de ponderación es una matriz de identidad ($w_i = 1$).

$$\begin{aligned} K_{H,NPA} &= 6.18; \\ K_{H,PA} &= 6.0; \text{ y} \\ K_{V,PA} &= 5.33. \end{aligned}$$

3.4.5.6.2 *Definición del modelo de error de corrección rápida y a largo plazo.* Si se aplican correcciones rápidas y correcciones a largo plazo/parámetros telemétricos GEO, y se aplican los parámetros de degradación:

$$\sigma_{Lfit}^2 = \begin{cases} [(\sigma_{LUDRE})(\delta_{UDRE}) + \varepsilon_{fc} + \varepsilon_{rrc} + \varepsilon_{lrc} + \varepsilon_{er}]^2, & \text{si } RSS_{UDRE} = 0 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \\ [(\sigma_{LUDRE})(\delta_{UDRE})]^2 + \varepsilon_{fc}^2 + \varepsilon_{rrc}^2 + \varepsilon_{lrc}^2 + \varepsilon_{er}^2, & \text{si } RSS_{UDRE} = 1 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \end{cases}$$

Donde:

Si se usa el mensaje de tipo 27, δ_{UDRE} es el término que corresponde a una región específica según se define en el numeral 3.4.4.9,

Si se usa el mensaje de tipo 28, δ_{UDRE} es el término que corresponde a un satélite específico según se define en el numeral 3.4.5.6.2.5,

Si no se usa ninguno de los dos mensajes, $\delta_{UDRE} = 1$.

Si se aplican las correcciones rápidas y las correcciones a largo plazo/parámetros telemétricos GEO, pero no se aplican los parámetros de degradación:

$$\sigma_{2I,fc} = [(\sigma_{I,UDRE}) (\delta_{UDRE}) + 8m]^2.$$

3.4.5.6.2.1 *Degradación de corrección rápida.* El parámetro de degradación para los datos de corrección rápida es:

$$\varepsilon_{fc} = a(t - t_u + t_{lat})^2 / 2$$

Donde:

t = la hora actual.

t_u = (hora de referencia UDRE_i): si $IODF_j \neq 3$, la hora de inicio de la época de 1 segundo SNT que coincida con el principio de la transmisión del bloque de mensaje que incluye los datos UDRE_i más recientes (mensajes de tipos 2 a 6 o 24) que coincide con el $IODF_j$ de la corrección rápida que se esté utilizando. Si $IODF_j = 3$, la hora de inicio de la época de 1 segundo SNT que coincide con el inicio de la transmisión del mensaje que contiene la corrección rápida en el i -ésimo satélite; y

t_{lat} = (como se define en el numeral 3.4.4.7).

En las radiodifusiones UDRE de mensajes de tipos 2 a 5 y los 24 mensajes de tipo 24, t_u es igual a la hora de aplicación de las correcciones rápidas puesto que estas figuran en el mismo mensaje. En las radiodifusiones UDRE de mensaje de tipo 6 y si $IODF = 3$, t_u es también igual a la hora de aplicación de las correcciones rápidas (t_{of}). En las radiodifusiones UDRE de un mensaje de tipo 6 y si $IODF \neq 3$, se define t_u como la hora de transmisión del primer bit del mensaje de tipo 6 en el GEO.

3.4.5.6.2.2 Degradación de la corrección de cambio de distancia

3.4.5.6.2.2.1 Si $RRC = 0$, entonces $E_{rrc} = 0$.

3.4.5.6.2.2.2 Si $RRC \neq 0$ y $IODF \neq 3$, el parámetro de degradación para los datos de corrección rápida es:

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } (IODF_{\text{actual}} - IODF_{\text{anterior}}) \text{MOD}3 = 1 \\ \left(\frac{a I_{fc}}{4} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t} \right) (t - t_{of}), & \text{si } (IODF_{\text{actual}} - IODF_{\text{anterior}}) \text{MOD}3 \neq 1 \end{cases}$$

3.4.5.6.2.2.3 Si $RRC \neq 0$ y $IODF = 3$, el parámetro de degradación para los datos de cambio de distancia es:

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right| = 0 \\ \left(\frac{a \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right|}{2} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t} \right) (t - t_{of}), & \text{si } \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right| \neq 0 \end{cases}$$

Donde:

t = la hora actual;
 $IODF_{\text{actual}}$ = IODF asociada a la corrección rápida más reciente;
 $IODF_{\text{anterior}}$ = IODF asociada a la corrección rápida anterior; y
 Δt = $t_{i,of} - t_{i,of_anterior}$; y
 I_{tc} = el intervalo de expiración de usuario para correcciones rápidas.

3.4.5.6.2.3 Degradación de la corrección a largo plazo.

3.4.5.6.2.3.1 Constelaciones principales de satélites.

3.4.5.6.2.3.1.1 Para código de velocidad = 1, el parámetro de degradación para correcciones a largo plazo del satélite i es:

$$\varepsilon_{l_{tc}} = \begin{cases} 0, & \text{if } t_{i,LT} < t < t_{i,LT} + I_{l_{tc_v1}} \\ C_{l_{tc_lsb}} + C_{l_{tc_v1}} \max(0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - I_{l_{tc_v1}}), & \text{en los otros casos} \end{cases}$$

3.4.5.6.2.3.1.2 Para código de velocidad = 0, el parámetro de degradación para correcciones a largo plazo es:

$$\varepsilon_{l_{tc}} = C_{l_{tc_v0}} \left\lfloor \frac{t - t_{l_{tc}}}{I_{l_{tc_v0}}} \right\rfloor$$

Donde:

t = la hora actual;
 $t_{l_{tc}}$ = la hora de transmisión del primer bit del mensaje de corrección a largo plazo en el GEO; y
 $\lfloor x \rfloor$ = el número entero mayor inferior a x .

$$\varepsilon_{l_{tc}} = \begin{cases} 0, & \text{if } t_{0,GEO} < t < t_{0,GEO} + I_{GEO} \\ C_{g_{geo_lsb}} + C_{g_{geo_v}} \max(0, t_{0,GEO} - t, t - t_{0,GEO} - I_{g_{geo}}), & \text{en los otros casos} \end{cases}$$

Donde t = la hora actual.

Cuando las correcciones de largo plazo se apliquen a un satélite GEO, se aplica la degradación de dichas correcciones y no la degradación del mensaje de navegación GEO.

3.4.5.6.2.4 Degradación para la fase en ruta hasta la aproximación que no es de precisión.

$$\varepsilon_{er} = \begin{cases} 0, & \text{si las correcciones que no son ni rápidas ni a largo plazo que han expirado para la aproximación de precisión/ aproximación con guía vertical} \\ C_{ER} & \text{si las correcciones son rápidas o a largo plazo cuando han expirado para la aproximación de precisión/ aproximación con guía vertical} \end{cases}$$

3.4.5.6.2.5 Factor de degradación UDRE calculado con los datos del mensaje de tipo 28.

El δ_{UDRE} es:

$$\delta_{UDRE} = \sqrt{I^T \cdot C \cdot I} + \epsilon_c$$

Donde:

$$I = \begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$\begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \end{bmatrix}$ = el vector unitario desde el usuario al satélite en el marco de coordenadas ECEF WGS-84

$$C = R^T \cdot R$$

$$\epsilon C = C_{\text{covarianza}} \cdot SF$$

$$SF = 2^{\text{exponente de escala}-5}$$

$$R = E \cdot SF$$

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix}$$

3.4.5.6.3 Definición del modelo de error de corrección ionosférica.

3.4.5.6.3.1 Correcciones ionosféricas transmitidas. Si tienen aplicación las correcciones ionosféricas de base SBAS, σ^2_{UIRE} es:

$$\sigma^2_{UIRE} = F^2_{pp} \times \sigma^2_{UIVE}$$

donde:

F_{pp} = (según se define en el numeral 3.4.5.5.2);

$$\sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^4 W_n \cdot \sigma^2_{n,ionogrid} \quad \text{o} \quad \sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^3 W_n \cdot \sigma^2_{n,ionogrid}$$

Donde:

$$\epsilon_{iono} = C_{iono_step} \left[\frac{t - t_{iono}}{I_{iono}} \right] + C_{iono_ramp} (t - t_{iono});$$

t = la hora actual;

t_{iono} = la hora de transmisión del primer bit del mensaje de corrección ionosférica en el GEO; y

[x] = el número entero mayor inferior a x.

Si no se usan parámetros de degradación para cada punto de retícula:

$$\sigma_{n,\text{ionogrid}} = \sigma_{n,\text{GIVE}}$$

Para los satélites GLONASS, los parámetros σ_{GIVE} y ϵ_{iono} deben multiplicarse por el cuadrado de la relación de las frecuencias GLONASS a GPS ($f_{\text{GLONASS}}/f_{\text{GPS}}$)².

3.4.5.6.3.2 Correcciones ionosféricas. Si no se aplican las correcciones ionosféricas de base SBAS, σ_{UIRE}^2 es:

$$\sigma_{\text{UIRE}}^2 = \text{MÁX} \left\{ \left(\frac{T_{\text{iono}}}{5} \right)^2, (F_{\text{pp}} \cdot \tau_{\text{vert}})^2 \right\}$$

T_{iono} = el retardo ionosférico estimado mediante el modelo seleccionado (modelo de corrección GPS u otro modelo);

F_{pp} = (según se define en el numeral 3.4.5.5.2);

$$\tau_{\text{vert}} = \begin{cases} 9 \text{ m,} & 20 \leq |\phi_{\text{pp}}| \leq 20 \\ 4.5 \text{ m,} & 20 < |\phi_{\text{pp}}| \leq 55; \text{ y} \\ 6 \text{ m,} & 55 < |\phi_{\text{pp}}| \end{cases}$$

ϕ_{pp} = latitud del punto de penetración ionosférica.

3.4.6 Tablas de mensajes SBAS L1.

Se codificará cada uno de los mensajes SBAS de conformidad con el correspondiente formato de mensaje definido en las tablas B-75 a B-91. Todos los parámetros con signo en las tablas siguientes estarán representados por un complemento de dos, con el bit de signo ocupando el MSB.

La distancia para los parámetros con signo es inferior a la indicada, puesto que el valor máximo positivo está restringido a un valor inferior (el valor indicado menos la resolución).

Tabla B-75. Mensaje de tipo 0 "No utilizar" radiodifundido en L1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Reservado	212	—	—

Tabla B-76. Mensaje de máscara PRN de tipo 1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para cada uno de los 210 números de código PRN			
Valor de máscara	1	0 o 1	1
IODP	2	0 a 3	1

En 3.45.4.1 se definen todos los parámetros.

Tabla B-77. Mensaje de correcciones rápidas de tipos 2 a 5

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
IODF _j	2	0 a 3	1
IODP	2	0 a 3	1
Para 13 intervalos			
Corrección rápida (Fci)	12	±256.000 m	0.125 m
Para 13 intervalos			
UDREI _i	4	(Véase la tabla B-67)	(véase la tabla B-67)
<ol style="list-style-type: none"> En 3.4.4.4.2 se definen los parámetros IODF_j y Fc_i. En 3.4.4.1 se define el parámetro IODP. En 3.4.4.5 se define el parámetro UDREI_i. 			

Tabla B-78. Mensaje de integridad de tipo 6

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
IODF ₂	2	0 a 3	1
IODF ₃	2	0 a 3	1
IODF ₄	2	0 a 3	1
IODF ₅	2	0 a 3	1
Para 51 satélites (en orden numérico de máscara PRN)			
UDREI _i	4	(véase la tabla B-67)	(véase la tabla B-67)
<ol style="list-style-type: none"> En 3.4.4.4.2 se definen los parámetros IODF_j. En 3.4.4.5 se define el parámetro UDREI_i. 			

Tabla B-79. Mensaje de factor de degradación para corrección rápida de tipo 7

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Latencia del sistema (t _{lat})	4	0 a 15 s	1 s
IODP	2	0 a 3	1
Extra	2	—	—
Para 51 satélites (en orden numérico de máscara PRN)			
Indicador de factor de degradación (ai)	4	(véase la tabla B-72)	(véase la tabla B-72)
<p>Notas.—</p> <ol style="list-style-type: none"> En 3.5.4.7 se definen los parámetros t_{lat} y ai. En 3.5.4.1 se definen los parámetros IODP. 			

Tabla B-80. Mensaje de función telemétrica de tipo 9

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Reservado	8	—	—
$t_{0,GEO}$	13	0 a 86 384 s	16 s
URA	4	(véase la tabla B-64)	(véase la tabla B-64)
X_G	30	$\pm 42\,949\,673$ m	0.08 m
Y_G	30	$\pm 42\,949\,673$ m	0.08 m
Z_G	25	$\pm 6\,710\,886,4$ m	0.4 m
\dot{X}_G	17	± 40.96 m/s	0.000625 m/s
\dot{Y}_G	17	± 40.96 m/s	0.000625 m/s
\dot{Z}_G	18	± 524.288 m/s	0.004 m/s
\ddot{X}_G	10	± 0.0064 m/s ²	0.0000125 m/s ²
\ddot{Y}_G	10	± 0.0064 m/s ²	0.0000125 m/s ²
\ddot{Z}_G	10	± 0.032 m/s ²	0.0000625 m/s ²
acfo	12	± 0.9537 H 10^{-6} s	2^{-31} s
acfn	8	± 1.1642 H 10^{-10} s/s	2^{-40} s/s

En 3.4.5.4.2 se definen todos los parámetros.

Tabla B-81. Mensaje de los parámetros de degradación de tipo 10

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Brrc	10	0 a 2.046 m	0.002 m
Cltc_lsb	10	0 a 2.046 m	0.002 m
Cltc_vl	10	0 a 0.05115 m/s	0.00005 m/s
lrtc_vl	9	0 a 511 s	1 s
Cltc_v0	10	0 a 2.046 m	0.002 m
lrtc_v0	9	0 a 511 s	1 s
Cgeo_lsb	10	0 a 0.5115 m	0.0005 m
Cgeo_v	10	0 a 0.05115 m/s	0.00005 m/s
lgeo	9	0 a 511 s	1 s
Cer	6	0 a 31.5 m	0.5 m
Ciono_step	10	0 a 1.023 m	0.001 m
liono	9	0 a 511 s	1 s
Ciono_ramp	10	0 a 0.005115 m/s	0.000005 m/s
RSSUDRE	1	0 o 1	1
RSSiono	1	0 o 1	1
Ccovarianza	7	0 a 12.7	0.1
Extra	81	—	—

En 3.4.4.7 se definen todos los parámetros.

Tabla B-82. El mensaje UTC hora de la red SBAS de tipo 12

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
A1SNT	24	$\pm 7,45 \text{ H } 10^{-9} \text{ s/s}$	2^{-60} s/s
A0SNT	32	$\pm 1 \text{ s}$	230s
t0t	8	0 a 602 112 s	4 096 s
WNT	8	0 a 255 semanas	1 semana
ΔtLS	8	$\pm 128 \text{ s}$	1 s
WNLSF	8	0 a 255 semanas	1 semana
DN	8	1 a 7 días	1 día
$\Delta tLSF$	8	$\pm 128 \text{ s}$	1 s
Identificador de la norma UTC	3	(véase la tabla B-73)	(véase la tabla B-73)
Hora de semana GPS (TOW)	20	0 a 604 799 s	1 s
Número de semana GPS (WN)	10	0 a 1 023 semanas	1 semana
Indicador GLONASS	1	0 o 1	1
δa_i , GLONASS (Nota 2)	24	$\pm 2^{-8} \text{ s}$	2^{-31} s
Reserva	50	—	—

1. En 3.4.4.8 se definen todos los parámetros.
2. Se aplica solamente si el SBAS envía información de temporización GLONASS en mensajes de tipo 12 (véase 3.4.5.7.4.4, Datos de temporización).

Tabla B-83. Mensaje de almanaque GEO de tipo 17

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para cada uno de los 3 satélites			
Reservado	2	0	—
Número de código PRN	8	0 a 210	1
Funcionalidad y situación	8	—	—
X _{G,A}	15	$\pm 42 598 400 \text{ m}$	2 600 m
Y _{G,A}	15	$\pm 42 598 400 \text{ m}$	2 600 m
Z _{G,A}	9	$\pm 6 656 000 \text{ m}$	26 000 m
X _{G,A}	3	$\pm 40 \text{ m/s}$	10 m/s
Y _{G,A}	3	$\pm 40 \text{ m/s}$	10 m/s
Z _{G,A}	4	$\pm 480 \text{ m/s}$	60 m/s
almanaque (se aplica a los tres satélites)	11	0 a 86 336 s	64 s

En 3.5.4.3 se definen todos los parámetros.

Tabla B-84. Mensaje de máscara IGP de tipo 18

Contenido de datos	Bits utilizado s	Gama de valores	Resolución
Número de bandas IGP	4	0 a 11	1
Identificador de banda IGP	4	0 a 10	1
Expedición de datos — ionosfera (IOD _k)	2	0 a 3	1
Para 201 IGP			
Valor de máscara IGP	1	0 o 1	1
Extra	1	—	—

En 345.4.6 se definen todos los parámetros.

Tabla B-85. Mensaje de correcciones de error de satélite a largo plazo o correcciones rápidas mixtas de tipo 24

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para 6 intervalos			
Corrección rápida (F _{cj})	12	±256.000 m	0,125 m
Para 6 intervalos			
UDRE _i	4	(véase la tabla B-69)	(véase la tabla B-69)
IODP	2	0 a 3	1
Identificador de tipo de corrección rápida	2	0 a 3	1
IODF _j	2	0 a 3	1
Extra	4	—	—
Medio mensaje de tipo 25	106	—	—

- 1.
2. *En 3.5.4.4.2 se definen los parámetros de identificador de tipo de corrección rápida, IODF_j y F_{cj}.*
3. *En 3.5.4.1 se define el parámetro IODP.*
4. *En 3.5.4.5 se define el parámetro UDRE_i.*
5. *El mensaje de correcciones de error de satélite a largo plazo se subdivide en dos medio mensajes. El medio mensaje para un código de velocidad = 0 se define en la tabla B-48. El medio mensaje para un código de velocidad = 1 se define en la tabla B-49.*

Tabla B-86. Medio mensaje de correcciones de error del satélite a largo plazo de tipo 25 (CÓDIGO DE VELOCIDAD = 0)

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Código de velocidad = 0 Para 2 satélites	1	0	1
Número de máscara PRN	6	0 a 51	1
Expedición de datos (IODi)	8	0 a 255	1
δx_i	9	± 32 m	0,125 m
δy_i	9	± 32 m	0,125 m
δz_i	9	± 32 m	0,125 m
$\delta a_{i,f0}$	10	$\pm 2^{-22}$ s	2^{-31} s
IODP	2	0 a 3	1
Extra	1	—	—

1. En 3.4.4.1 se definen los parámetros de número de máscara PRN y IODP.
2. En 3.5.4.4.1 se definen todos los demás parámetros.

Tabla B-87. Medio mensaje de correcciones de error del satélite a largo plazo de tipo 25 (CÓDIGO DE VELOCIDAD = 1)

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para 1 satélite			
Código de velocidad = 1	1	1	1
Número de máscara PRN	6	0 a 51	1
Expedición de datos (IODi)	8	0 a 255	1
δx_i	11	± 128 m	0.125 m
δy_i	11	± 128 m	0.125 m
δz_i	11	± 128 m	0.125 m
$\delta a_{i,f0}$	11	$\pm 2^{-21}$ s	2^{-31} s
$\delta \dot{x}_i$	8	± 0.0625 m/s	2^{-11} m/s
$\delta \dot{y}_i$	8	± 0.0625 m/s	2^{-11} m/s
$\delta \dot{z}_i$	8	± 0.0625 m/s	2^{-11} m/s
$\delta a_{i,n}$	8	$\pm 2^{-32}$ s/s	2^{-39} s/s
Hora de aplicación ($t_{i,LT}$)	13	0 a 86 384 s	16 s
IODP	2	0 a 3	1

1. En 3.4.4.1 se definen los parámetros de número de máscara PRN y IODP.
2. En 3.4.4.4.1 se definen todos los demás parámetros.

Tabla B-88. Mensaje de retardo ionosférico de tipo 26

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Identificador de banda IGP	4	0 a 10	1
Identificador de bloque IGP	4	0 a 13	1
Para cada uno de los 15 puntos reticulares			
Estimación de retardo vertical IGP	9	0 a 63,875 m	0,125 m
Indicador de error vertical ionosférico de retícula (GIVEI)	4	(véase la tabla B-71)	(véase la tabla B-71)
IODI _k	2	0 a 3	1
Extra	7	—	—

En 3.4.4.6 se definen todos los parámetros

Tabla B-89. Mensaje de servicio SBAS de tipo 27

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Expedición de datos, servicio (IODS)	3	0 a 7	1
Número de mensajes de servicio	3	1 a 8	1
Número del mensaje de servicio	3	1 a 8	1
Número de regiones	3	0 a 5	1
Código de prioridad	2	0 a 3	1
Indicador δ UDRE dentro	4	0 a 15	1
Indicador δ UDRE fuera	4	0 a 15	1
Para cada una de las 5 regiones			
Latitud coordenada 1	8	$\pm 90^\circ$	1°
Longitud coordenada 1	9	$\pm 180^\circ$	1°
Latitud coordenada 2	8	$\pm 90^\circ$	1°
Longitud coordenada 2	9	$\pm 180^\circ$	1°
Forma de la región	1	—	—
Extra	15	—	—

En 3.4.4.9 se definen todos los parámetros.

Tabla B-90. Mensaje nulo de tipo 63

<i>Contenido de datos</i>	<i>Bits utilizados</i>	<i>Gama de valores</i>	<i>Resolución</i>
Reservado	212	—	—

Tabla B-91. Matriz de covarianza de reloj-efemérides de tipo 28

<i>Contenido de datos</i>	<i>Bits utilizados</i>	<i>Gama de valores</i>	<i>Resolución</i>
IODP	2	0 a 3	1
Para dos satélites			
Número de máscara PRN	6	0 a 51	1
Exponente de escala	3	0 a 7	1
E _{1,1}	9	0 a 511	1
E _{2,2}	9	0 a 511	1
E _{3,3}	9	0 a 511	1
E _{4,4}	9	0 a 511	1
E _{1,2}	10	±512	1
E _{1,3}	10	±512	1
E _{1,4}	10	±512	1
E _{2,3}	10	±512	1
E _{2,4}	10	±512	1
E _{3,4}	10	±512	1

1. En 3.4.4.1 se definen los parámetros de número de máscara PRN y IODP.
2. En 3.4.4.10 se definen todos los demás parámetros.

3.4.6 Elementos SBAS L1 ajenos a la aeronave.

Dependiendo del nivel de servicio que se ofrezca en un SBAS particular, pueden aplicarse distintas funciones según lo descrito en el numeral 3.7.3.4.2.

En el numeral 3.4.4 se definen los parámetros mencionados en esta sección.

3.4.7.1 Generalidades.

3.4.7.1.1 Datos requeridos e intervalos de radiodifusión. El SBAS radiodifundirá los datos requeridos para las funciones a las que se presta apoyo según lo indicado en la tabla B-92. Si el sistema radiodifunde datos SBAS que no son requeridos para una función particular, se aplicarán los requisitos para aquellos datos que prestan apoyo a otras funciones. El intervalo máximo entre radiodifusiones, para todos los datos de cada tipo de datos previsto, será según el definido en la tabla B-92.

3.4.7.1.2 Supervisión de frecuencia de radio SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la tabla B-93 y adoptará las medidas indicadas.

El SBAS puede radiodifundir mensajes nulos (mensajes de tipo 63) en cada intervalo de tiempo respecto al cual no se radiodifunden otros datos.

3.4.7.1.3 “No utilizar”. El SBAS radiodifundirá un mensaje “no utilizar” (mensaje de tipo 0) cuando sea necesario informar a los usuarios que no utilicen la función telemétrica de satélite SBAS ni sus datos de radiodifusión.

3.4.7.1.4 El desplazamiento Doppler de la señal del satélite GEO, observado en cualquier emplazamiento fijo dentro de la proyección GEO de cualquier satélite GEO, no será superior a ± 450 Hz.

Este desplazamiento Doppler máximo corresponde aproximadamente a la inclinación máxima de órbita de un satélite GEO, que puede utilizarse en las gamas de codificación para mensajes de tipos 9 y 17.

3.4.7.1.5 Parámetros de la función telemétrica de la órbita geoestacionaria (GEO). Cada satélite SBAS radiodifundirá parámetros de la función telemétrica de la órbita geoestacionaria (GEO) (definidos en el numeral 3.4.4.2).

Es necesaria la radiodifusión de parámetros de la función telemétrica de la órbita geoestacionaria aun cuando no se proporcione una función telemétrica, de modo que los receptores de a bordo puedan establecer una identificación positiva del satélite SBAS fuente de la radiodifusión. Cuando no se proporcione telemetría, la exactitud de los datos de tipo 17 (y tipo 9) solamente debe permitir la adquisición del satélite.

3.4.7.1.5.1 El error en el desplazamiento Doppler de un satélite GEO derivado de cualquier mensaje de tipo 9 que no haya expirado, respecto al verdadero desplazamiento Doppler de GEO observado en cualquier emplazamiento fijo dentro de la proyección GEO, no será superior a ± 210 Hz.

3.4.7.1.6 Datos de almanaque. Cada satélite SBAS radiodifundirá datos de almanaque (definidos en el numeral 3.5.4.3) para todos los satélites SBAS del mismo proveedor de servicio.

3.4.7.1.6.1 El error en la posición estimada del satélite, derivada de cualquier mensaje de tipo 17 radiodifundido dentro de los 15 minutos precedentes, respecto a su posición verdadera, no será superior a 3 000 km.

3.4.7.1.6.2 La distancia de separación entre la posición estimada del satélite, derivada de cualquier mensaje de tipo 17 radiodifundido dentro de los 15 minutos precedentes, y la derivada de los parámetros telemétricos GEO en cualquier mensaje de tipo 9 que no haya expirado no será superior a 200 km.

3.4.7.1.6.3 El error en el desplazamiento Doppler de un satélite GEO derivado de cualquier mensaje de tipo 17 radiodifundido dentro de los 15 minutos precedentes, respecto al verdadero desplazamiento Doppler de GEO observado en cualquier emplazamiento fijo dentro de la proyección GEO, no será superior a ± 210 Hz.

3.4.7.1.6.4 El SBAS no radiodifundirá datos de almanaque para cualquier satélite SBAS de un proveedor de servicio diferente cuya posición estimada basada en los datos de almanaque radiodifundidos dentro de los 15 minutos precedentes se sitúe dentro de 200 km de la posición de cualquiera de sus propios GEO derivada de los parámetros telemétricos GEO de cualquier mensaje de tipo 9 que no haya expirado.

3.4.7.1.6.5 Cuando la posición estimada de un satélite GEO que proporcione una función telemétrica, derivada del mensaje de tipo 17 radiodifundido dentro de los 15 minutos precedentes, se sitúe dentro de 200 km de la posición de otro satélite GEO del mismo proveedor de servicio, derivada de un mensaje de tipo 9 para el mismo GEO que no haya expirado, el valor UDRE de GEO se fijará en un nivel lo suficientemente amplio como para tener en cuenta la posibilidad de que un usuario identifique erróneamente el PRN del GEO que proporciona la función telemétrica.

3.4.7.1.6.6 El parámetro de funcionalidad y estado indicará el estado del satélite y el identificador del proveedor de servicio, según lo definido en el numeral 3.5.4.3.

3.4.7.1.6.7 Los intervalos de almanaque no utilizados en los mensajes de tipo 17 se indicarán con un número de código PRN "0".

3.4.7.1.6.8 El proveedor de servicio se asegurará de la exactitud de la ID del proveedor de servicio radiodifundida en cualquier almanaque.

3.4.7.2 Función telemétrica. Si un SBAS proporciona una función telemétrica en SBAS L1 cumplirá con los requisitos que figuran en esta sección además de los requisitos incluidos en el numeral 3.5.7.1.

3.4.7.2.1 Requisitos de actuación.

Véase el numeral 3.7.3.4.3.

3.4.7.2.2 Datos de función telemétrica. El SBAS radiodifundirá datos de función telemétrica tales que el error de posición del satélite SBAS previsto en la línea de alcance óptico de cualquier usuario en el cono de proyección del satélite sea inferior a 256 m. Cada satélite SBAS radiodifundirá un URA que representa una estimación de la desviación normal de los errores telemétricos por referencia a SNT para el SBAS L1.

3.4.7.3 Función de estado del satélite GNSS. Si un SBAS proporciona una función de estado de satélite, cumplirá con los requisitos que figuran en esta sección.

Un SBAS podría proporcionar integridad en algunos satélites designados como marginales o disfuncionales.

3.4.7.3.1 Requisitos de actuación. Dada cualquier combinación válida de datos activos, la probabilidad de un error en sentido horizontal que exceda de HPLSBAS (según lo definido en 3.4.5.6) por más de 8 segundos consecutivos será inferior a 10^{-7} en cualquier hora, suponiéndose un usuario con latencia igual a cero.

Se definen los datos activos como aquellos que no hayan expirado según el numeral 3.5.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

3.4.7.3.2 Máscara PRN y expedición de datos — PRN (IODP). El SBAS radiodifundirá una máscara PRN e IODP (mensaje de tipo 1). Los valores de máscara PRN indicarán si se proporcionan o no datos para cada satélite GNSS. Se modificará el IODP cuando haya una modificación de la máscara PRN. Tendrá lugar el cambio de IODP en los mensajes de tipo 1 antes de que cambie IODP en cualquiera de los mensajes restantes. El IODP en los mensajes de tipo 2 a 5, 7, 24, 25 y 28 será igual a la radiodifusión IODP en el mensaje de máscara PRN (mensaje de tipo 1) utilizada para designar los satélites respecto a los cuales se proporcionan datos en tal mensaje.

Tabla B-92. Intervalos de radiodifusión de datos y funciones a las que presta apoyo

Tipo de datos	Intervalo máximo de radiodifusión	Distancia	Estado de satélite GNSS	Corrección diferencial básica	Corrección diferencial exacta	Tipos de mensajes asociados
Matriz de covarianza de reloj-efemérides	120 s					28
SBAS en modo de prueba	6 s					0
Máscara PRN	120 s		R	R	R	1
UDREI	6 s		R*	R	R	2 a 6,24
Correcciones rápidas	$t_c/2$		R*	R	R	2 a 5,24
	(véase la nota 4)					
Correcciones a largo plazo	120 s		R*	R	R	24,25
Datos de función telemétrica GEO	120 s	R	R	R	R	9
Degradación de corrección rápida	120 s		R*	R	R	7
Parámetros de degradación	120 s				R	10
Máscara de retícula ionosférica	300 s				R	18
Correcciones ionosféricas, GIVEI	300 s				R	26
Datos de temporización	300 s	R	R	R	R	12
		(véase la nota 3)	(véase la nota 3)	(véase la nota 3)	(véase la nota 3)	
Datos de almanaque	300 s	R	R	R	R	17
Nivel de servicio	300 s					27

1. "R" indica que deben radiodifundirse los datos para dicha función.

2. "R*" indica la codificación especial descrita en 3.4.7.3.3.

3. Los mensajes de tipo 12 se requieren únicamente si se proporcionan datos para los satélites GLONASS.

4. t_c se refiere al intervalo de expiración PA/APV para correcciones rápidas, como se define en la tabla B-95.

Tabla B-93. Supervisión de la frecuencia de radio SBAS L1

Parámetro	Referencia	Límite de alarma	Medidas requeridas
Nivel de potencia de señal	3.7.3.4.5.3	potencia mínima especificada potencia máxima especificada (Nota 2)	Cesar función telemétrica (Nota 1). Cesar radiodifusión.
Modulación	3.7.3.4.5.5	monitor de distorsión de forma de onda	Cesar función telemétrica L1 (Nota 1).
Hora SNT a GPS	3.7.3.4.7	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica L1 a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Estabilidad de frecuencia portadora	3.5.2.1	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica L1 a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Coherencia de código/frecuencia	3.5.2.4	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica L1 a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Desviación máxima de fase de código	3.5.2.6	N/A (Notas 2 y 3)	Cesar función telemétrica L1 a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Codificación convolucional	3.5.2.9	todos los mensajes transmitidos son erróneos	Cesar radiodifusión.

1. Se logra el cese de la función telemétrica radiodifundiendo un URA y δ_{UDRE} "No utilizar" respecto a tal satélite SBAS. UDRE

2. Estas parámetros pueden supervisarse mediante su impacto en la calidad de la señal recibida (impacto C/N₀), puesto que es el impacto en el usuario.

3. No se especifican los límites de alarma porque el error inducido es aceptable a condición de que esté representado en los parámetros δ_{UDRE} y URA. Si no puede representarse el error, debe cesar la función telemétrica.

3.4.7.3.2.1 Cuando se modifica la máscara PRN, el SBAS deberá repetir varias veces el mensaje de tipo 1 antes de hacer referencia al mismo en otros mensajes para asegurarse que los usuarios reciben la nueva máscara.

3.4.7.3.3 Datos de integridad. Si el SBAS no proporciona la función de corrección diferencial básica, transmitirá correcciones rápidas, correcciones a largo plazo y parámetros de degradación de corrección rápida codificados a cero para todos los satélites visibles indicados en la máscara PRN.

3.4.7.3.3.1 Si el SBAS no proporciona la función de corrección diferencial básica, el SBAS indicará que el satélite no es funcional ("no utilizar") si el error de pseudodistancia excede de 150 m.

3.4.7.3.3.2 Si el SBAS no proporciona la función de corrección diferencial básica, el SBAS indicará que el satélite es "no supervisado" si no puede determinarse el error de pseudodistancia.

3.4.7.3.3.3 Si el SBAS no proporciona la función de corrección diferencial básica, el SBAS transmitirá un UDRE_i de 13 si el satélite es "no utilizar" o "no supervisado".

3.4.7.3.3.4 El parámetro IODF_j en los mensajes de tipos 2 a 5, 6 o 24 será igual a 3.

3.4.7.4 Función de corrección diferencial básica. Si un SBAS proporciona una función de corrección diferencial básica, cumplirá con los requisitos que figuran en esta sección además de los requisitos de la función de estado del satélite GNSS definidos en el numeral 3.4.7.3.

3.4.7.4.1 Actuación de la función de corrección diferencial básica. Dada cualquier combinación válida de datos activos, la probabilidad de un error horizontal que exceda de HPLSBAS (según lo definido en el numeral 3.4.5.6) en más de 8 segundos consecutivos será inferior a 10^{-7} en cualquier hora, suponiéndose un usuario con latencia 0.

Se definen los datos activos como aquellos que no hayan expirado según el numeral 3.4.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

3.4.7.4.2 Correcciones a largo plazo. Salvo en el caso de los satélites SBAS del mismo proveedor de servicios, el SBAS determinará y radiodifundirá las correcciones a largo plazo respecto a cada satélite GNSS visible (véase la nota) indicadas en la máscara PRN (valor de máscara PRN igual a "1"). Las correcciones a largo plazo serán tales que el error de posición de los satélites en las constelaciones principales de satélites previsto en la línea de alcance óptico para cualquier usuario en la proyección del satélite después de estas correcciones a largo plazo sea inferior a 256 m (TBC). Respecto a cada satélite GLONASS, el SBAS convertirá las coordenadas de satélite en WGS-84, antes de determinar las correcciones a largo plazo. Respecto a cada satélite GPS, la IOD de radiodifusión coincidirá con la IODE del GPS y con los 8 LSB de la IODC asociados a los datos de reloj y de efemérides utilizados para calcular las correcciones (véase los numerales 3.1.1.3.1.4 y 3.1.1.3.2.2). Después de la transmisión de una nueva efeméride por parte de un satélite GPS, el SBAS continuará utilizando la antigua efemérides para determinar las correcciones de error rápidas y a largo plazo, por lo menos durante 2 minutos y por no más de 4 minutos. Respecto a cada satélite GLONASS, el SBAS calculará y radiodifundirá una IOD que conste de un tiempo de latencia y un intervalo de validez según se define en el numeral 3.4.4.4.1.

Los criterios en cuanto a visibilidad del satélite comprenden los lugares de las estaciones de referencia y el ángulo de máscara adquirido en estos lugares.

3.4.7.4.2.1 Para asegurar correcciones de cambio de distancia exactas, el SBAS deberá reducir a un mínimo las discontinuidades en las efemérides del satélite después de la aplicación de las correcciones a largo plazo.

3.4.7.4.3 Correcciones rápidas. El SBAS determinará las correcciones rápidas para cada satélite GNSS visible indicado en la máscara PRN (valor de máscara PRN igual a "1"). A no ser que $IODF = 3$, cada vez que cambian los datos de corrección rápida en un mensaje de tipo j ($j = 2, 3, 4$ o 5), el $IODF_j$ estará en la secuencia "0, 1, 2, 0, ...".

Si hay una condición de alarma, el $IODF_j$ puede ser igual a 3 (véase 3.4.7.4.5).

3.4.7.4.4 Datos de temporización. Si se proporcionan datos para GLONASS, el SBAS radiodifundirá el mensaje de temporización (mensaje de tipo 12) incluyendo el desplazamiento horario GLONASS según se define en la tabla B-82.

3.4.7.4.5 Datos de integridad. Respecto a cada satélite para el que se proporcionen correcciones, el SBAS radiodifundirá datos de integridad de radiodifusión ($UDRE_i$ y opcionalmente, datos de mensaje de tipo 27 o 28 para calcular $\delta UDRE$) tal que se satisfaga el requisito de integridad indicado en el numeral 3.5.7.4.1. Si las correcciones rápidas o a largo plazo exceden de su gama de codificación, el SBAS indicará que el satélite no funciona normalmente ("No utilizar"). Si no puede determinarse $\sigma_{i,UDRE}^2$, el SBAS indicará que el satélite es "No supervisado".

Si se utiliza un mensaje de tipo 6 para radiodifundir $\sigma_{i,UDRE}^2$, entonces:

- a) El $IODF_j$ coincidirá con $IODF_j$ para las correcciones rápidas recibidas en el mensaje de tipo j respecto al cual se aplica $\sigma_{i,UDRE}^2$; o

- b) El $IODF_j$ será igual a 3 si se aplica el valor $\sigma_{i,UDRE}^2$ para todas las correcciones rápidas válidas recibidas en el mensaje de tipo j que no haya expirado.

3.4.7.4.6 Datos de degradación. El SBAS radiodifundirá los parámetros de degradación (mensaje de tipo 7) para indicar el intervalo aplicable de temporización para las correcciones rápidas y asegurar que se satisface el requisito de integridad indicado en el numeral 3.4.7.4.1.

3.4.7.5 Función de corrección diferencial precisa. Si un SBAS proporciona una función de corrección diferencial precisa, cumplirá con los requisitos incluidos en esta sección además de los requisitos de la función de corrección diferencial básica del numeral 3.5.7.4.

3.4.7.5.1 Actuación de la función de corrección diferencial precisa. Dada cualquier combinación válida de datos activos, la probabilidad de que se produzca una condición de fuera de tolerancia que dure más que el tiempo hasta la alerta correspondiente será inferior a 2×10^{-7} durante cualquier aproximación, suponiéndose un usuario de latencia cero. El tiempo hasta la alerta deberá ser de 5,2 segundos para SBAS que permiten operaciones de aproximación de precisión, y de 8 segundos para SBAS que permiten operaciones APV o NPA. Se definirá una condición de fuera de tolerancia como un error horizontal que excede de HPLSBAS o un error vertical que excede de VPLSBAS (según lo definido en 3.5.5.6). Cuando se detecta una condición de fuera de tolerancia, el mensaje de alerta resultante (radiodifundido en mensajes de tipos 2 a 5 y 6, 24, 26 o 27) será repetido tres veces después de la modificación inicial de la condición de alerta por un total de cuatro veces en 4 segundos.

Se definen los datos activos como aquellos datos que no hayan expirado según el numeral 3.4.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Los mensajes subsiguientes pueden ser transmitidos a la velocidad normal de actualización.

3.4.7.5.2 Máscara de punto reticular ionosférico (IGP). El SBAS radiodifundirá una máscara IGP e IODik (hasta 11 mensajes de tipo 18, correspondientes a las 11 bandas IGP). Los valores de máscara IGP indicarán si se proporcionan o no datos para cada IGP. Si se utiliza la banda 9 de IGP, entonces los valores de máscara IGP para los IGP al norte del paralelo 55°N en las bandas de 0 a 8 se pondrán a "0". Si se utiliza la banda 10 de IGP, entonces los valores de máscara IGP para los IGP al sur del paralelo 55°S en las bandas de 0 a 8 se pondrán a "0". El IODik se modificará cuando haya un cambio de los valores de máscara IGP en la banda k . Se radiodifundirá la nueva máscara IGP en un mensaje de tipo 18 antes de que se dé la referencia a un mensaje correspondiente de tipo 26. El IODik en el mensaje de tipo 26 será igual a la radiodifusión de IODik en el mensaje de máscara IGP (mensaje de tipo 18) utilizado para designar los IGP respecto a los cuales se proporcionan datos en tal mensaje.

3.4.7.5.2.1 Cuando se modifica la máscara IGP, el SBAS repetirá varias veces el mensaje de tipo 18 antes de que se haga referencia al mismo en un mensaje de tipo 26 para asegurar que los usuarios reciben la nueva máscara. Deberá utilizarse el mismo IODik para todas las bandas.

3.4.7.5.3 Correcciones ionosféricas. El SBAS radiodifundirá correcciones ionosféricas para los IGP designados en la máscara IGP (valores de máscara IGP iguales a "1").

3.4.7.5.4 Datos de integridad ionosférica. Para cada IGP respecto al cual se proporcionan correcciones, el SBAS radiodifundirá datos GIVEI tales que se satisfaga el requisito de integridad indicado en el numeral 3.4.7.5.1. Si la corrección ionosférica o el valor $\sigma_{i,GIVE}^2$ excede de su gama de codificación, el SBAS indicará el estado "No se utilice" (designado en los datos de corrección, numeral 3.4.4.6) para el IGP. Si no puede determinarse $\sigma_{i,GIVE}^2$, el SBAS indicará que si IGP es "No supervisado" (designado en la codificación GIVEI).

3.4.7.5.5 Datos de degradación. El SBAS radiodifundirá parámetros de degradación (mensaje de tipo 10), de forma tal que se satisfaga el requisito de integridad indicado en el numeral 3.4.7.5.1.

3.4.7.6 Funciones facultativas.

3.4.7.6.1 Datos de temporización. Si se radiodifunden parámetros de tiempo UTC, serán según lo definido en el numeral 3.4.4.8 (mensaje de tipo 12).

3.4.7.6.2 Indicación de servicio. Si se radiodifunden datos de indicación de servicio, estos serán según lo definido en el numeral 3.5.4.9 (mensaje de tipo 27) y los mensajes de tipo 28 no se radiodifundirán. Se incrementará el IODS en todos los mensajes de tipo 27 cuando haya un cambio en cualquiera de los datos del mensaje de tipo 27.

3.4.7.6.3 Matriz de covarianza de reloj-efemérides. Si se radiodifunden los datos de matriz de covarianza de reloj-efemérides, los mismos se radiodifundirán para todos los satélites supervisados según se define en el numeral 3.4.4.10 (mensaje de tipo 28) y no se radiodifundirán los mensajes de tipo 27.

3.4.7.7 Supervisión.

3.5.7.7.1 Supervisión de frecuencia de radio SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la tabla B-53 y adoptará las medidas indicadas.

Además de los requisitos de supervisión de radiofrecuencias de esta sección, será necesario presentar disposiciones especiales para supervisar la aceleración de pseudodistancia especificada en el numeral 3.7.3.4.3.5 y el ruido de fase de portadora especificado en el numeral 3.4.2.2 y la pérdida de correlación especificada en 3.4.2.5, a no ser que el análisis y las pruebas muestren que estos parámetros no pueden exceder de los límites declarados.

3.4.7.7.2 Supervisión de datos. El SBAS supervisará las señales de satélite para detectar condiciones que lleven a un funcionamiento inadecuado del procesamiento diferencial en los receptores de a bordo.

3.4.7.7.2.1 El subsistema de tierra utilizará el máximo más fuerte de correlación en todos los receptores empleados para generar las correcciones de pseudodistancia.

3.4.7.7.2.2 El subsistema de tierra detectará también condiciones que lleven a más de un cero de cruce por los receptores de a bordo en los que se utiliza la función de discriminador pronto-tarde.

3.4.7.7.2.3 La medida de supervisión será poner UDRE a "No utilizar" para el satélite.

3.4.7.7.2.4 El SBAS supervisará todos los datos activos que puedan ser utilizados por cualquier usuario dentro del área de servicio.

3.4.7.7.2.5 El SBAS activará una alarma en un plazo de 5,2 segundos si cualquier combinación de datos activos y de señal en el espacio del GNSS llevan a una condición de fuera de tolerancia para una aproximación de precisión (numeral 3.4.7.5.1).

3.4.7.7.2.6 El SBAS activará una alarma en un plazo de 8 segundos si cualquier combinación de datos activos y señales en el espacio del GNSS llevan a una condición de fuera de tolerancia respecto a la fase en ruta hasta la APV I (numeral 3.4.7.4.1).

La supervisión se aplica a todas las condiciones de falla, incluidas las fallas en las constelaciones principales de satélites o en los satélites del SBAS. En esta supervisión se supone que el elemento de aeronave cumple con los requisitos de RTCA/DO-229D con el cambio 1, excepto cuando están suplantados por el numeral 3.4.8.

3.4.7.7.3 Supervisión de la IOD. El SBAS monitorizará los valores de la IODE del GPS para detectar posibles transmisiones inválidas de valores utilizados previamente para un conjunto distinto de parámetros de efemérides dentro del intervalo o los intervalos de tiempo que se especifican en el numeral 3.1.1.3.2.2, y tomará las medidas apropiadas para garantizar la integridad de sus correcciones de radiodifusión, en caso de que se detecte dicha utilización inválida.

La unicidad de la IOD se otorga por diseño en el caso de los satélites GLONASS con aumentación SBAS.

La IODC del GPS (de acuerdo con el numeral 3.1.1.3.1.4) no se utiliza actualmente en el procesamiento de mensajes de navegación GPS L1 en modo de receptor SBAS. Por lo tanto, no se requiere específicamente la monitorización.

3.4.7.8 Resistencia a fallas de las constelaciones principales de satélites. Al ocurrir una anomalía en las constelaciones principales de satélites, el SBAS continuará funcionando normalmente a base de las señales disponibles de satélites funcionales que puedan ser objeto de seguimiento.

3.4.8 Elementos SBAS L1 de aeronave.

Los parámetros a los que se hace referencia en esta sección están definidos en el numeral 3.4.4.

Es posible que algunos de los requisitos de esta sección no tengan aplicación a equipo en el que se integran los sensores adicionales de navegación, tales como equipo en el que se integra el SBAS a sensores de navegación inercial.

3.4.8.1 Receptor GNSS con capacidad SBAS. Excepto si se indica específicamente, el receptor GNSS con capacidad SBAS procesará las señales del SBAS y satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.1.3.1 (receptor GPS). Se adaptarán las mediciones de pseudodistancia para cada satélite usando mediciones de portadora y un filtro de adaptación que se desvía menos de 0.25 metros en un plazo de 200 segundos después de la inicialización, relativo a la respuesta de estado permanente del filtro definido en el numeral 3.4.5.1 en presencia de deriva entre la fase de código y la fase de portadora integrada de hasta 0.018 m/s.

3.4.8.1.1 Adquisición de satélites GEO. El receptor podrá adquirir y seguir satélites GEO para los que un receptor estacionario en el emplazamiento de recepción del usuario experimentaría un desplazamiento Doppler de hasta ± 450 Hz.

3.4.8.1.2 Condiciones de utilización de los datos. El receptor utilizará datos provenientes de un mensaje SBAS únicamente si se ha verificado la CRC de dicho mensaje. La recepción de un mensaje de tipo 0 proveniente de un satélite SBAS tendrá como consecuencia que deje de seleccionarse tal satélite por lo menos durante un minuto y que se descarten todos los datos provenientes del satélite, pero no se requiere descartar datos de mensajes de tipo 12 y tipo 17. Con respecto a los satélites GPS, el receptor aplicará correcciones a largo plazo solamente si la IOD coincide con la IODE y con los 8 LSB de la IODC. Con respecto a los satélites GLONASS, el receptor aplicará correcciones a largo plazo únicamente si la hora de recepción (t_r) de la efeméride GLONASS está dentro del intervalo de validez IOD siguiente, según se define en el numeral 3.4.4.4.1:

$$t_{LT} - L - V \leq t_r \leq t_{LT} - L$$

Para satélites SBAS, no hay ningún mecanismo de enlace entre los datos de la función telemétrica GEO (mensaje de tipo 9) y las correcciones a largo plazo.

Este requisito no implica que el receptor haya de interrumpir el seguimiento del satélite SBAS.

3.4.8.1.2.1 Identificación de satélites SBAS. En la adquisición o nueva adquisición de un satélite SBAS, el receptor no utilizará datos de satélites SBAS a menos que la separación calculada entre la posición del satélite, derivada de sus parámetros de función telemétrica GEO, y la derivada del mensaje de almanaque recibido más recientemente del mismo proveedor de servicio dentro de los últimos 15 minutos sea inferior a 200 km.

Esta verificación permite asegurarse de que un receptor no confundirá dos satélites SBAS debido a una correlación cruzada durante una adquisición o nueva adquisición.

3.4.8.1.2.2 El receptor utilizará los datos de integridad o de corrección solamente si el IODP asociado a los datos coincide con el IODP asociado a la máscara PRN.

3.4.8.1.2.3 El receptor utilizará datos ionosféricos proporcionados por el SBAS (estimación de retardo vertical IGP y GIVEI_i) solamente si el IODI_k asociado a esos datos en un mensaje de tipo 26 se adapta al IODI_k asociado a la máscara de banda IGP pertinente transmitida en un mensaje de tipo 18.

3.4.8.1.2.4 El receptor utilizará los datos de integridad más recientemente recibidos respecto a los cuales el IODF_j es igual a 3 o el IODF_j coincide con el IODF_j asociados a los datos de corrección rápida que se estén aplicando (si se proporcionan correcciones).

3.4.8.1.2.5 El receptor aplicará cualquier degradación regional al $\sigma_{I,UDRE}$ según lo definido por el mensaje de servicio de tipo 27. Si un mensaje de tipo 27 con un IODS nuevo indica un $\delta UDRE$ superior para emplazamiento del usuario, se aplicará inmediatamente este $\delta UDRE$ superior. No se aplicará ningún $\delta UDRE$ inferior en un mensaje de tipo 27 hasta que se haya recibido el conjunto completo de mensajes con el nuevo IODS.

3.4.8.1.2.6 El receptor aplicará cualquier degradación de satélite al $\sigma_{I,UDRE}$ según lo definido por el mensaje de matriz de covarianza de reloj-efemérides de tipo 28. El $\delta UDRE$ obtenido de un mensaje de tipo 28 con un IODP correspondiente al de la máscara PRN se aplicará inmediatamente.

3.4.8.1.2.7 En el caso de una pérdida de cuatro mensajes SBAS sucesivos durante una operación de aproximación basada en el SBAS con un HAL de 40 m o un VAL de 50 m o menos, el receptor invalidará todos los datos UDREI de ese satélite.

3.4.8.1.2.8 El receptor no utilizará ningún parámetro de datos de radiodifusión después de que hayan expirado, según lo definido en la tabla B-94.

3.4.8.1.2.9 El receptor no utilizará una corrección rápida si Δt para la corrección de cambio de distancia asociada excede del intervalo de expiración para correcciones rápidas, o si la antigüedad del RRC excede de $8\Delta t$.

3.4.8.1.2.10 Se iniciará nuevamente el cálculo del RRC si se recibe respecto a tal satélite una indicación de "No utilizar" o "No supervisado".

Tabla B-94. Intervalos de expiración de datos

Datos	Típos de mensajes asociados	Expiración en ruta, terminal, NPA	Expiración para aproximación deprecisión, APV
Matriz de covarianza de reloj-efemérides	28	360	240
SBAS en modo de prueba	0	N/A	N/A
Máscara PRN	1	600 s	600 s
UDREI	2 a 6, 24	18 s	12 s
Correcciones rápidas	2 a 5, 24	(véase la 155scep B-95)	(véase la 155scep B-95)
Correcciones a largo plazo	24, 25	360 s	240 s
Datos de función telemétrica GEO	9	360 s	240 s
Degradación de corrección rápida	7	360 s	240 s
Parámetros de degradación	10	360 s	240 s
Máscara de retícula ionosférica	18	1200 s	1200 s
Correcciones ionosféricas, GIVEI	26	600 s	600 s
Datos de temporización	12	86 400 s	86 400 s
Desplazamiento horario GLONASS	12	600 s	600 s
Datos de almanaque	17	Ninguna	Ninguna
Nivel de servicio	27	86 400 s	86 400 s

Se definen los intervalos de expiración desde el fin de la recepción de un mensaje.

Tabla B-95. Evaluación del intervalo de expiración de corrección rápida

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (a_i)	Intervalo de expiración NPA para correcciones rápidas (I_{r_i})	Intervalo de expiración PA/APV para correcciones rápidas (I_{r_i})
0	180 s	120 s
1	180 s	120 s
2	153 s	102 s
3	135 s	90 s
4	135 s	90 s
5	117 s	78 s
6	99 s	66 s
7	81 s	54 s
8	63 s	42 s
9	45 s	30 s
10	45 s	30 s
11	27 s	18 s
12	27 s	18 s
13	27 s	18 s
14	18 s	12 s
15	18 s	12 s

3.4.8.1.2.11 Para aproximaciones de precisión de base SBAS u operaciones APV, el receptor utilizará solamente satélites cuyos ángulos de elevación sean iguales o superiores a 5 grados.

3.4.8.1.2.12 El receptor no prestará ya apoyo a aproximaciones de precisión de base SBAS o a operaciones APV utilizando un satélite particular si el UDRE_i recibido es superior a 12.

3.4.8.2 Función telemétrica.

3.4.8.2.1 Aproximaciones de precisión y operaciones APV. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución del error total a bordo al error en una pseudodistancia corregida para un satélite SBAS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida en el entorno de interferencias más perjudicial, según lo definido en 3.6 será inferior o igual a 1.8 metros, excluidos los efectos de multitrayectos, los errores residuales troposféricos y los errores residuales ionosféricos.

El elemento de aeronave enlazará los errores 156 aceptados por multitrayectos y troposféricos (numeral 3.4.8.4.1). Para fines de predicción del servicio, se supone que el error de multitrayectos es inferior a 0.6 metros (1 sigma).

3.4.8.2.2 Operaciones de salida, en ruta, de terminal, y aproximaciones que no son de precisión. La media cuadrática de la contribución total a bordo al error en una pseudodistancia corregida para un satélite SBAS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida (numeral 3.7.3.4.5.3) en las condiciones ambientales de interferencia más perjudicial, según lo definido en 3.6, será inferior o igual a 5 metros, excluidos los errores por multitrayectos, troposféricos e ionosféricos.

3.4.8.2.3 Posición del satélite SBAS.

3.4.8.2.3.1 Cálculo de la posición. El receptor decodificará el mensaje de tipo 9 y determinará el desplazamiento de fase de código y la posición (X_G , Y_G , Z_G) del satélite SBAS.

3.4.8.2.3.2 Identificación del satélite SBAS. El receptor distinguirá entre satélites SBAS.

Este requisito se aplica a una adquisición falsa de un satélite por razón de una correlación cruzada.

3.4.8.2.4 Datos de almanaque

3.4.8.2.4.1 Deberán utilizarse para adquisición los datos de almanaque proporcionados por el sistema SBAS.

La información sobre funcionalidad y estado proporcionada entre los datos de almanaque GEO no tiene predominio ni invalida los datos proporcionados en otros mensajes SBAS. El uso de los bits 0 a 2 por el equipo de a bordo es opcional; no existen requisitos relativos a su uso.

3.4.8.3 Función de estado del satélite GNSS. El receptor excluirá en la solución de la posición los satélites que se identifiquen por el SBAS como "No utilizar". Si se utiliza la integridad proporcionada por el SBAS, no se requerirá que el receptor excluya los satélites GPS basado en la bandera de funcionalidad de efemérides proporcionada por el GPS, según lo requerido en el numeral 3.1.3.1.1 o que excluya los satélites GLONASS basado en la bandera de funcionalidad de efemérides proporcionada por el GLONASS, según lo requerido en el numeral 3.2.3.1.1.

En el caso de un satélite designado como marginal o disfuncional por la bandera de funcionalidad de las constelaciones principales de satélite, el SBAS puede radiodifundir correcciones de efemérides y de reloj que permitan al usuario continuar utilizando el satélite.

Si se utilizan satélites identificados como “No supervisados” por el SBAS, en la solución de la posición, el SBAS no proporciona la función de integridad. Pueden utilizarse el ABAS o GBAS, si se dispone de los mismos, para proporcionar la función de integridad.

3.4.8.4 Funciones diferenciales básicas y precisas.

3.4.8.4.1 Exactitud telemétrica de las constelaciones principales de satélites. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución total a bordo al error en una pseudodistancia corregida respecto a un satélite GPS a los niveles mínimo y máximo de potencia de la señal recibida (numeral 3.7.3.1.1.8.6) en las condiciones ambientales de interferencia más perjudiciales, según lo definido en 3.6 será inferior o igual a 0.36 metros para el nivel de señal mínimo y a 0.15 metros para el nivel máximo, excluidos los efectos de multitrayectos, los errores residuales troposféricos y los errores residuales ionosféricos.

La media cuadrática de la contribución total a bordo al error en una pseudodistancia corregida para un satélite GLONASS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida (numeral 3.2.5.4) en las condiciones ambientales de interferencia más perjudiciales, según lo definido en 3.6, será inferior o igual a 0.8 metros, excluidos los errores residuales por multiproyectos, troposféricos e ionosféricos.

3.4.8.4.2 Aproximaciones de precisión y operaciones APV

3.4.8.4.2.1 El receptor obtendrá datos de corrección e integridad para todos los satélites en la solución de posición de la misma señal del SBAS (código PRN).

3.4.8.4.2.2 El receptor calculará y aplicará correcciones a largo plazo, correcciones rápidas, correcciones de pseudodistancia y las correcciones ionosféricas de radiodifusión. Para los satélites GLONASS, las correcciones ionosféricas recibidas del SBAS se multiplicarán por el cuadrado de la relación de las frecuencias GLONASS a GPS ($f_{\text{GLONASS}}/f_{\text{GPS}}$)².

3.4.8.4.2.3 El receptor utilizará una solución de posición de mínima cuadrática ponderada.

3.4.8.4.2.4 El receptor aplicará un modelo troposférico tal que los errores residuales de pseudodistancia tengan un valor medio (μ) inferior a 0.15 metros y una desviación de 1 sigma inferior a 0.07 metros.

Se elaboró un modelo que satisface este requisito.

3.4.8.4.2.5 El receptor calculará y aplicará niveles de protección horizontal y vertical definidos en 3.4.5.6. En este cálculo, $\sigma_{i,\text{tropo}}$ será:

$$\frac{1.001}{\sqrt{0.002001 + \text{sen}^2(\theta_i)}} \times 0.12 \text{ m}$$

Donde θ_i es el ángulo de elevación la i -ésima del satélite.

Además, $\sigma_{i,\text{air}}$ satisfará la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{i,\text{air}}$ limitan la distribución de errores para los errores residuales de pseudodistancia de la aeronave en la forma siguiente:

$$\int_y^{\infty} f_i(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_i(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

Donde:

$f_i(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de pseudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

El margen normalizado para multitrayectos a bordo definido en el numeral 3.5.5.1 puede ser utilizado para limitar los errores de multitrayectos.

3.4.8.4.2.6 Los parámetros que definen la trayectoria de aproximación para una sola aproximación de precisión o APV figurarán en el bloque de datos FAS.

La trayectoria del FAS es una línea en el espacio definida por el punto de umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP), punto de alineación de la trayectoria de vuelo (FPAP), altura de franqueamiento del umbral (TCH) y ángulo de trayectoria de planeo (GPA). El plano horizontal local para la aproximación es un plano perpendicular a la vertical local que pasa por el LTP/FTP (es decir, tangente al elipsoide en el LTP/FTP). La vertical local para la aproximación es normal al elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP. El punto de intersección de la trayectoria de planeo (GPIP) es aquel en que la trayectoria de aproximación final corta al plano horizontal local.

Para el SBAS, los bloques de datos FAS se almacenan en las bases de datos de a bordo.

3.4.8.4.2.6.1 Los parámetros SBAS L1 del bloque de datos FAS serán los siguientes (véase la tabla B-96):

Véanse en el numeral 3.4.15.3.5 las definiciones de tipo de operación, ID de proveedor de servicio SBAS y designador de actuación de aproximación aplicables a los receptores SBAS DFMC.

Los "receptores SBAS L1" son los receptores que cumplen las especificaciones de RTCA/DO-229.

Tipo de operación: procedimiento de aproximación directa u otros tipos de operación aplicables a los receptores SBAS L1.

Codificación: 0 = procedimiento de aproximación directa 1 a 15 = libre (extra)

ID de proveedor de servicio SBAS: indicará el proveedor de servicio asociado a este bloque de datos FAS.

Codificación: 0-13 = Véase la tabla B-65.

14 = bloque de datos FAS que debe utilizarse solamente con GBAS.

15 = bloque de datos FAS que puede utilizarse con cualquier proveedor de servicio SBAS.

ID de aeropuerto: designador de tres o cuatro letras utilizado para designar un aeródromo.

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los 6 bits inferiores de su representación en IA-5. Para cada carácter, b_1 se transmite en primer lugar y se adjuntan 2 bits cero después de b_6 de forma que se transmitan 8 bits para cada carácter. Solamente se utilizan mayúsculas, dígitos numéricos y IA-5 "espacio". Se transmite en primer lugar el carácter más a la derecha. Para una ID de aeropuerto de tres caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será IA-5 "espacio".

Número de pista: orientación de la pista, curso de aproximación final respecto al punto en el espacio o curso según el procedimiento únicamente de circuito SBAS redondeado a los 10° más cercanos y reducido a dos caracteres.

Codificación: 01 a 36 = número de pista

Para operaciones de helipuerto, el valor del número de pista es el número entero que se aproxime más a una décima parte del curso de la aproximación final, excepto cuando dicho número entero sea cero, en cuyo caso el número de pista es 36.

Letra de pista: designador de una letra utilizado, según corresponda, para distinguir entre pistas paralelas.

Codificación: 0 = ninguna letra
 1 = R (derecha)
 2 = C (centro)
 3 = L (izquierda)

Designador de actuación de aproximación: este campo no se utilizará para receptores SBAS L1.

Indicador de ruta: "espacio en blanco" o identificador de una letra utilizado para distinguir entre múltiples procedimientos al mismo extremo de pista.

Los procedimientos se consideran diferentes, aunque solo difieran por el tramo de aproximación final.

Codificación: La letra se codifica utilizando los bits b_1 a b_5 de su representación en IA-5. El bit b_1 se transmite en primer lugar. Solamente se utilizan mayúsculas, excluidas "I" y "O", o "espacio" (espacio en blanco) IA-5. El espacio en blanco indica que hay un solo procedimiento al extremo de pista. Para múltiples procedimientos al mismo extremo de pista, el indicador de ruta se codifica utilizando una letra a partir de Z y retrocediendo en el alfabeto para procedimientos adicionales.

Selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS): este campo no se utiliza para SBAS.

Identificador de trayectoria de referencia (RPI): cuatro caracteres utilizados para designar inequívocamente la trayectoria de referencia; consisten en tres caracteres alfanuméricos más un espacio en blanco o cuatro caracteres alfanuméricos.

La mejor práctica de la industria ajusta la codificación del segundo y tercer carácter con el número de pista codificado. El último carácter es una letra a partir de A o un "espacio en blanco".

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los bits b_1 a b_6 de su representación en IA-5. Para cada carácter, b_1 se transmite en primer lugar y se adjuntan 2 bits cero después de b_6 de forma que se transmitan 8 bits para cada carácter. Solamente se utilizan mayúsculas, dígitos numéricos y IA-5 "espacio". Se transmite en primer lugar el carácter más a la derecha. Para un identificador de trayectoria de referencia de tres caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será IA-5 "espacio".

Tabla B-96. Bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS)

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Tipo de operación	4	0 a 15	1
ID de proveedor de servicio SBAS	4	0 a 15	1
ID de aeropuerto	32	—	—
Número de pista	6	01 a 36	1
Letra de pista	2	—	—
Designador de performance de aproximación	3	0 a 7	1
Indicador de ruta	5	—	—
Selector de datos para trayectoria de referencia	8	0 a 48	1
Identificador de trayectoria de referencia	32	—	—
Latitud de LTP/FTP	32	±90.0°	0.0005 segarc
Longitud de LTP/FTP	32	±180.0°	0.0005 segarc
Altura de LTP/FTP	16	-512.0 a 6 041.5 m	0.1 m
Latitud de ΔFPAP	24	±1.0°	0.0005 segarc
Longitud de ΔFPAP	24	±1.0°	0.0005 segarc
TCH de aproximación (Nota 1)	15	0 a 1 638.35 m o (0 a 3 276.7 ft)	0.05 m o (0.1 ft)
Selector de unidades TCH de aproximación	1	—	—
Ángulo de trayectoria de planeo (GPA)	16	0 a 90.0°	0.01°
Anchura de curso	8	80.0 a 143.75 m	0.25 m
Desplazamiento de longitud Δ	8	0 a 2 032 m	8 m
Límite de alerta horizontal (HAL)	8	0 a 51.0 m	0.2 m
Límite de alerta vertical (VAL) (Nota 2)	8	0 a 51.0 m	0.2 m
CRC de tramo de aproximación final	32	—	—

La información puede proporcionarse en pies o en metros, según lo indicado en el selector de unidades TCH de aproximación.

Cuando VAL es 0, significa que las desviaciones verticales no se emplearán (es decir, una aproximación únicamente con guía lateral). Esto no impide que se proporcione guía vertical de asesoramiento para tales aproximaciones.

El LTP/FTP es un punto por encima del cual pasa la trayectoria FAS a una altura por encima de la altura LTP/FTP definida por la TCH.

Latitud LTP/FTP: latitud del punto LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: un valor positivo denota latitud norte.
Un valor negativo denota latitud sur.

Longitud de LTP/FTP: longitud del punto LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: un valor positivo denota longitud este.
Un valor negativo denota longitud oeste.

Altura LTP/FTP: altura del LTP/FTP por encima del elipsoide WGS-84.

Codificación: Este campo se codifica como un número de punto fijo sin signo con un desplazamiento de -512 m. Un valor de cero en este campo coloca al LTP/FTP 512 m por debajo del elipsoide terrestre.

El FPAP es un punto a la misma altura que el LTP/FTP utilizado para definir la alineación de la aproximación. El origen de las desviaciones angulares en sentido lateral se define como 305 m (1 000 ft) más allá del FPAP a lo largo de la trayectoria FAS lateral. Para una aproximación alineada con la pista, el FPAP está en el extremo de parada de la pista o más allá.

Latitud Δ FPAP: diferencia de latitud del FPAP de la pista respecto al LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Un valor positivo denota que la latitud del FPAP está al norte de la latitud del LTP/FTP.

Un valor negativo denota que la latitud del FPAP está al sur de la latitud del LTP/FTP.

Longitud Δ FPAP: diferencia de longitud del FPAP de la pista respecto al LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Un valor positivo denota que la longitud del FPAP está al este de la longitud del LTP/FTP.

Un valor negativo indica que la longitud del FPAP está al oeste de la longitud del LTP/FTP.

TCH de aproximación: altura de la trayectoria del FAS por encima del LTP/FTP definida en pies o metros según lo indicado por el selector de unidades TCH.

Selector de unidades TCH de aproximación: las unidades utilizadas para describir la TCH.

Codificación: 0 = pies
1 = metros

Ángulo de trayectoria de planeo (GPA): ángulo de la trayectoria FAS respecto al plano horizontal tangente al elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP.

Anchura de curso: desplazamiento lateral respecto a la trayectoria definida por el FAS en el LTP/FTP en que se obtiene la deflexión de escala completa de un indicador de desviación de curso.

Codificación: Se codifica este campo como un número de punto fijo sin signo con un desplazamiento de 80 m. Un valor de cero en este campo indica una anchura de curso de 80 m en el LTP/FTP.

Desplazamiento de longitud Δ : distancia desde el extremo de parada de la pista hasta el FPAP.

Codificación: 1111 1111 = no se proporciona.

HAL: Límite de alarma horizontal que debe utilizarse durante la aproximación (en metros).

VAL: Límite de alarma vertical que debe utilizarse durante la aproximación (en metros).

CRC de tramo de aproximación final: CRC de 32 bits que se adjunta al extremo de cada bloque de datos FAS para asegurar la integridad de los datos de aproximación. Se calculará la CRC del tramo de aproximación final de 32 bits de conformidad con el numeral 3.9. La longitud del código CRC será de $k = 32$ bits.

El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{32} + x^{21} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$$

El campo de información CRC $M(x)$ será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{288} m_i x^{288-i} = m_1 x^{287} + m_2 x^{286} + \dots + m_{288} x^0$$

Se formará $M(x)$ a partir de todos los bits del bloque de datos FAS asociado, excluida la CRC. Se dispondrán los bits en el orden transmitido de forma que m_1 corresponda al LSB del campo de tipo de operación y m_{288} al MSB del campo de límite de alarma vertical (VAL). La CRC se pondrá en un orden tal que r_1 sea el LSB y r_{32} el MSB.

3.4.8.4.2.6.2 Para las aproximaciones de precisión y operaciones APV, la ID del proveedor de servicio radiodifundida en el mensaje de tipo 17 será idéntica a la ID del proveedor de servicio que figura en el bloque de datos FAS, excepto si la ID es igual a 15 en el bloque de datos FAS.

Si la ID del proveedor de servicio en el bloque de datos FAS es igual a 15, entonces puede utilizarse cualquier proveedor de servicio. Si la ID del proveedor de servicio en el bloque de datos FAS es igual a 14, entonces no pueden utilizarse para la aproximación las correcciones diferenciales precisas del SBAS.

3.4.8.4.2.6.3 Exactitud de los puntos de datos FAS del SBAS. El error de levantamiento de todos los puntos de datos FAS, respecto a WGS-84, será inferior a 0.25 m en sentido vertical y a 1 m en sentido horizontal.

3.4.8.4.3 Operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximaciones que no son de precisión

3.4.8.4.3.1 El receptor calculará y aplicará las correcciones a largo plazo, las correcciones rápidas y las correcciones de cambio de distancia.

3.4.8.4.3.2 El receptor calculará y aplicará las correcciones ionosféricas.

En los numerales 3.1.2.4 y 3.4.5.5.2 se proporcionan dos métodos de calcular las correcciones ionosféricas.

3.4.8.4.3.3 El receptor aplicará un modelo troposférico tal que los errores residuales de pseudodistancia tengan un valor medio (μ) inferior a 0.15 metros y una desviación normal inferior a 0.07 metros.

Se elaboró un modelo que satisface este requisito.

3.4.8.4.3.4 El receptor calculará y aplicará los niveles de protección horizontal y vertical definidos en 3.5.5.6. En este cálculo σ_{tropo} se obtendrá ya sea a partir de la fórmula que figura en el numeral 3.5.8.4.2.5, que puede usarse para ángulos de elevación no inferiores a 4° , o de la fórmula alternativa que aparece a continuación, que puede usarse para ángulos de elevación no inferiores a 2° .

$$\frac{1,001}{\sqrt{0,002001 + \text{sen}^2(\theta_i)}} \times \left(1 + 0,015 \times (\max(0, 4 - \theta_i))^2 \right) \times 0,12 \text{ m}$$

Donde θ_i es el ángulo de elevación la i -ésima del satélite.

Además, $\sigma_{i,\text{air}}$ satisfará la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{i,\text{air}}$ limitan la distribución de errores para los errores residuales de pseudodistancia de la aeronave en la forma siguiente:

$$\int_y^{\infty} f_i(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_i(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

Donde:

$f_i(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de pseudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

El margen normalizado para multirrayectos a bordo definido en el numeral 3.5.5.1 puede ser utilizado para limitar los errores de multirrayectos.

3.4.8.4.4 Para operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximaciones que no son de precisión, el receptor deberá utilizar las correcciones ionosféricas de radiodifusión, de disponer de las mismas, y un modelo troposférico con actuación igual a la especificada en el numeral 3.4.8.4.3.

3.4.9 Características de RF de la señal L5 de SBAS.

3.4.9.1 Estabilidad de frecuencia portadora. La estabilidad a corto plazo de la frecuencia portadora de L5 (raíz cuadrada de la varianza de Allan) a la salida de la antena de transmisión del satélite será de $6,7 \times 10^{11}$ o mejor por un período de 1 a 10 segundos.

3.4.9.2 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de la portadora no modulada será tal que un bucle de enganche de fase con una anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz sea capaz de rastrear la portadora con una exactitud de 0,1 radianes (1 sigma).

3.4.9.3 Emisiones no esenciales. La potencia de las emisiones no esenciales será como mínimo 40 dB inferior a la potencia de la portadora no modulada en todas las frecuencias.

3.4.9.4 Coherencia de código/frecuencia portadora.

3.4.9.4.1 Para la L5, la tasa de cambio de código menos portadora será inferior a 0.5 metros/segundo.

3.4.9.4.2 Para los satélites telemétricos SBAS DFMC:

Para una descripción de los filtros adaptadores que deben usarse para los siguientes requisitos, véanse los numerales 3.4.1.1 y 3.4.1.2.

3.4.9.4.2.1 La media cuadrática sobre 3600 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia del código de L5 y la pseudodistancia del código de L5 tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la pseudodistancia basada en el código será inferior a 0.200 metros.

3.4.9.4.2.2 La media cuadrática sobre 86400 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia del código de L5 y la pseudodistancia del código de L5 tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la pseudodistancia basada en el código será inferior a 0.255 metros.

3.4.9.4.2.3 La media cuadrática sobre 3600 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia del código de L1 y la pseudodistancia del código de L1 tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la pseudodistancia basada en el código será inferior a 0.15 metros.

3.4.9.4.2.4 La media cuadrática sobre 86400 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia del código de L1 y la pseudodistancia del código de L1 tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la pseudodistancia basada en el código será inferior a 0.19 metros.

3.4.9.4.2.5 Coherencia fraccionaria de corto plazo código/frecuencia portadora entre L1 y L5. En las señales L1 y L5 que radiodifunde un satélite de telemetría SBAS, el valor de la media cuadrática sobre 3600 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia libre de ionosfera y la pseudodistancia libre de ionosfera tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la combinación de la pseudodistancia libre de ionosfera de L1 y L5 será inferior a 0.29 metros.

3.4.9.4.2.6 Coherencia fraccionaria de largo plazo código/frecuencia portadora entre L1 y L5. En las señales L1 y L5 que radiodifunde un satélite de telemetría SBAS, el valor de la media cuadrática sobre 86400 segundos de la diferencia entre la pseudodistancia libre de ionosfera y la pseudodistancia libre de ionosfera tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la combinación de la pseudodistancia libre de ionosfera de L1 y L5 será inferior a 0.37 metros.

3.4.9.5 Pérdida de correlación. La pérdida de potencia de la señal recuperada por imperfecciones en la modulación de la señal y la distorsión de la forma de onda no excederá de 1 dB.

La pérdida de correlación se define como la razón de las potencias de salida de un correlacionador perfecto en dos casos:

- a) La señal SBAS L5 efectivamente recibida correlacionada por referencia a un ruido pseudoaleatorio no filtrado perfecto; y
- b) Una señal de ruido pseudoaleatorio no filtrado perfecto normalizada a la misma potencia total que la señal SBAS del caso a) y correlacionada por referencia a un ruido pseudoaleatorio no filtrado perfecto.

3.4.9.6 Desviación de fase máxima del código. La señal L5 transmitida no se desviará de la hora equivalente en la red SBAS (SNT) para el SBAS DFMC en más de $\pm 2^{-10}$ segundos.

3.4.9.7 Coherencia de código/datos. Cada símbolo de 2 milisegundos estará sincronizado con una de cada dos épocas de código.

3.4.9.8 Sincronización de mensaje. El borde anterior del primer símbolo que depende del primer bit del mensaje actual se radiodifundirá desde el satélite SBAS en sincronización con una época de 1 segundo de SNT para SBAS DFMC.

La referencia horaria de SNT se proporciona en el mensaje de tipo 37, como se describe en el numeral 3.4.11.5.

3.4.9.9 Codificación convolucional y bi-binaria.

3.4.9.9.1 Codificación convolucional. El tren de datos de 250 bits por segundo se codificará a razón de 2 símbolos por bit mediante un código convolucional limitado a una longitud de 7 para producir 500 símbolos por segundo. Se aplicará la disposición de la lógica de codificación convolucional que se ilustra en la figura B-24, seleccionando la salida G3 para la primera mitad de cada período de bits de datos de cuatro milisegundos.

3.4.9.9.2 Codificación bi-binaria. Además de la codificación convolucional que se detalla en el numeral 3.4.9.9.1, el canal de datos de 500 símbolos por segundo codificados por convolución volverá a tener una codificación bi-binaria, de manera que el símbolo "0" se convierta en el par "01" y el símbolo "1" se convierta en el par "10", resultando en un canal de datos que opere a 1 kHz.

3.4.9.10 Códigos de ruido pseudoaleatorio (PRN) para L5. Cada código PRN será un código de 10 230 bits y se le añadirá el Módulo-2 con el tren de datos del mensaje de navegación generado en el numeral 3.4.9.9.2.

En IS-GPS-705F se brinda información adicional sobre el código PRN.

El estado inicial del registro de desplazamiento XA será "111111111111", y el estado inicial del registro Xbi será el que se ilustra en la tabla B-97.

Tabla B-97. Códigos PRN de la señal L5 del SBAS

Número de código PRN	Estado inicial del código XB (Canal I)	Avance de código XB (chips)(Canal I)
120	1101001100010	2 797
121	1100011001100	934
122	1000011000101	3 023
123	1110101010101	3 632
124	0000001100100	1 330
125	1101100001010	4 909
126	1100001000010	4 867
127	0001101001010	1 183
128	1010100101010	3 990
129	1110111010100	6 217
130	1110111010100	1 224
131	0000010000101	1 733
132	1110100000101	2 319
133	0011001010101	3 928
134	1101000010101	2 380
135	0101011010101	841
136	0001100010101	5 049
137	0001010101010	7 027
138	1100111000000	1 197
139	0110000101010	7 208
140	0010101000000	8 000
141	1110010001000	152
142	0001010100010	6 762
143	0101000101010	3 745
144	0010010101010	4 723
145	1101010001010	5 502
146	0001010001010	4 796
147	1001010101010	123
148	0101010101010	8 142
149	0000100100001	5 091
150	1110001010101	7 875
151	1110100100001	330
152	1010101010101	5 272
153	0001010100000	4 912
154	0000010101010	374
155	0100101010100	2 045
156	1110101010100	6 616
157	1101010101010	6 321
158	1101000110001	7 605

3.4.10 Estructura de datos de la señal L5 del SBAS.

Los mensajes que se radiodifunden para usarlos con el servicio SBAS DFMC son independientes de los destinados al servicio SBAS L1. La información radiodifundida por la señal L5 del SBAS se usa únicamente para las soluciones del servicio SBAS DFMC que usan mediciones de doble frecuencia de constelaciones principales.

3.4.10.1 Sumario del formato. Todos los mensajes tendrán un preámbulo, un identificador de tipo de mensaje, un campo de datos y una verificación cíclica de redundancia, según se ilustra en la figura B-28.

3.4.10.2 Preámbulo. Para la señal L5, el preámbulo constará de la secuencia de bits "0101 1100 0110 1001 0011 1010" distribuidos en seis bloques sucesivos. El principio de cada preámbulo de 24 bits estará sincronizado con la hora del día SNT en segundos de Módulo 6.

3.4.10.3 Identificador de tipo de mensaje. El identificador de tipo de mensaje L5 será un valor de 6 bits por el que se identifique el tipo de mensaje, como se define en la tabla B-98. El identificador de tipo de mensaje se transmitirá con el MSB en primer lugar.

Tabla B-98. Tipos de mensaje transmitidos en L5

<i>Tipo de mensaje L5</i>	<i>Estado inicial del código XB (Canal I)</i>
0	No utilizar" – contenido para servicio BAS DFMC únicamente 1-30
1-30	Extra
31	Máscara de satélites SBAS
32	Correcciones y matriz de covarianza de efemérides-reloj
33	Extra
34, 35, 36	Información de integridad (DFREI y DFRECI)
37	Parámetros de degradación y tabla de escala
38	Extra
39	Reloj-efemérides y matriz de covarianza de satélites SBAS – 1
40	Reloj-efemérides y matriz de covarianza de satélites SBAS – 2
41	Extra
42	Desplazamiento por conversión de SNT a UTC
43-46	Extra
47	Almanaques de satélites SBAS
48-61	Extra
62	Reservado – Contenido para servicio SBAS DFMC únicamente
63	Mensaje nulo – Contenido para servicio SBAS DFMC únicamente

Los mensajes en L1 (tabla B-62) se usan con el servicio SBAS L1 y los mensajes en L5 (tabla B-98) se usan con el servicio SBAS DFMC. Los mensajes de tipos 0, 62 y 63 se usan independientemente en ambos servicios, SBAS L1 y SBAS DFMC, y su contenido únicamente se aplica a su respectivo servicio.

3.4.10.4 Campo de datos. El campo de datos de L5 será de 216 bits según lo definido en el numeral 3.4.13. Cada parámetro de campo de datos será transmitido con MSB en primer lugar.

3.4.10.5 Verificación por redundancia cíclica (CRC). El código CRC de mensaje SBAS en L5 se calculará de conformidad con el numeral 3.9.

3.4.10.5.1 La longitud del código CRC será de $k = 24$ bits.

3.4.10.5.2 El polinomio generador de CRC tendrá la siguiente expresión:

$$G(x) = x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$$

3.4.10.5.3 El campo de información de CRC, $M(x)$, tendrá la siguiente expresión:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \dots + m_{226} x^0$$

3.4.10.5.4 Se formará $M(x)$ a partir del preámbulo de mensaje SBAS de 4 bits, del identificador de tipo de mensaje de 6 bits, y el campo de datos de 216 bits. Los bits se colocarán en el orden transmitido desde el satélite SBAS, de forma que m_1 corresponda al primer bit transmitido del preámbulo y m_{226} corresponda al bit 216 del campo de datos.

3.4.10.5.5 Los r bits del código de CRC se ordenarán de forma que r_1 sea el primer bit transmitido y r_{24} sea el último bit transmitido.

3.4.11 Contenido de datos de SBAS DFMC.

3.4.11.1 Parámetros de máscara de satélites. Los parámetros de máscara de satélites serán los siguientes:

Máscara de satélites SBAS: La máscara de satélites será un conjunto de 214 bits donde cada bit representa un satélite específico, como se muestra en la tabla B-99, y el valor de ese bit indicará si ese satélite proporciona o no aumentación.

Se radiodifundirá en el mensaje de tipo 31.

La máscara de satélites puede abarcar hasta 92 satélites de los 214 satélites que están disponibles para recibir aumentación.

Número de posición orbital del satélite: número único que representa una posición específica en la máscara de satélites SBAS (las posiciones van del 1 al 214) asignada a un satélite específico para el cual se puede proporcionar aumentación.

El primer bit transmitido de la máscara de satélites corresponde al código PNR de GPS número 1.

Este parámetro también se radiodifunde en los mensajes de tipo 32 para identificar al satélite al que se aplican las correcciones.

Señales satelitales con aumentación SBAS: las normas de SBAS DFMC permitirán la aumentación de la combinación libre de ionosfera de la siguiente señal por cada constelación principal:

- Para GPS: la señal L1 C/A de GPS (que se describe en los numerales 3.7.3.1.1.8 y 3.1.1.1.1) y la señal L5-Q de GPS (que se describe en los numerales 3.7.3.1.8 y 3.1.1.1.4). Los datos de LNAV en GPS L1C/A se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC;
- Para GLONASS: la señal L1 OC de GLONASS y la señal L3 OC de GLONASS. Los datos en GLONASS L1 OC se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC;
- Para Galileo: la señal E1-C de Galileo y la señal E5a-Q de Galileo. Los datos de FNAV en Galileo E5a-I se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC;
- Para BDS: la señal B1C de BDS y la señal B2a de BDS. Los datos de B-CNAV2 en B2a de BDS se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC; y
- Para SBAS: la señal L1 de SBAS (que se describe en el numeral 3.4.2) y la señal L5 de SBAS (que se describe en el numeral 3.4.9). Los datos radiodifundidos en SBAS L5 se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC.

Tabla B-99. Distribución de números de posición orbital de satélites

Número de posición orbital de satélite	Lógica de distribución
1 – 32	PRN GPS
33 – 37	Reservado (GPS)
38 – 69	Número de ID GLONASS más 37
70 – 74	Reservado (GLONASS)
75 – 110	Identificador de vehículo espacial Galileo más 74
111	Reservado (Galileo)
112 – 119	Extra
120 – 158	PRN SBAS GEO
159 – 195	Número de código telemétrico BDS más 158
196 – 207	Reservado
208 – 214	Extra

Un SBAS puede aumentar diferentes conjuntos de satélites para suministrar el servicio SBAS L1 y el servicio SBAS DFMC.

"Reservado" significa que el número de posición orbital no se ha distribuido aún, pero está previsto distribuirlo a una constelación específica de satélites.

Valor de posición orbital de satélite: indicación binaria correspondiente a cada posición orbital de satélite que indica si se proporciona corrección y datos de integridad para el satélite.

Codificación: 0 = no se proporcionan datos.

1 = se proporcionan datos.

Índice de posición aumentada: número en la secuencia de valores de posición orbital de satélites que se fija en "1" (1 a 92) en la máscara de satélites SBAS.

El índice de posición aumentada es "1" para el número más bajo de posición orbital de satélite que tiene como valor "1".

Expedición de datos – máscara (IODM): indicador que se proporciona en los mensajes de tipo 31, 34, 35 y 36 para asociar los datos de integridad proporcionados en los mensajes de tipo 34, 35 y 36 con los índices de posición de aumentación del mensaje de tipo 31 que tiene la misma IODM.

3.4.11.2 Parámetros de corrección y matriz de covarianza de reloj-efemérides. Los parámetros de función de corrección de reloj-efemérides y matriz de covarianza serán los siguientes:

Número de posición orbital de satélite: véase el numeral 3.4.11.1.

Expedición de datos – navegación (IODN): indicador de 10 bits transmitido en mensajes de tipo 32 que asocia las correcciones de reloj y efemérides de un satélite con los datos de efemérides que radiodifunde ese satélite. La IODN de un satélite dado coincide con la siguiente información (IOD) que radiodifunde el mismo satélite:

- Para GPS: Parámetro IODC (numeral 3.1.1.3.1.4) en el mensaje LNAV L1;
- Para GLONASS: Parámetro t_b en las cadenas de mensajes de navegación de tipo 10, 31, 32 de L1OC;
- Para Galileo: Parámetro IODnav en el mensaje F/NAV;
- Para BDS: Parámetro IODC en el mensaje B-CNAV2; y

e) Para SBAS: Parámetro IODG (numeral 3.5.11.5) en los mensajes de tipo 39/40.

Correcciones de parámetros de órbita y reloj: Los parámetros de órbita se definirán de la siguiente forma:

$\delta X_{(ECEF)}$: corrección de efemérides del eje X en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta Y_{(ECEF)}$: corrección de efemérides del eje Y en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta Z_{(ECEF)}$: corrección de efemérides del eje Z en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta B_{(ECEF)}$: corrección del desplazamiento del reloj expresado en metros;

$\delta \dot{X}_{(ECEF)}$: corrección de velocidad de efemérides del eje X en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta \dot{Y}_{(ECEF)}$: corrección de velocidad de efemérides del eje Y en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta \dot{Z}_{(ECEF)}$: corrección de velocidad de efemérides del eje Z en las coordenadas ECEF WGS84;

$\delta \dot{B}_{(ECEF)}$: corrección de error por deriva de reloj expresado en metros por segundo; y

t_D : tiempo de aplicabilidad de los parámetros δx , δy , δz , δB , $\delta \dot{x}$, $\delta \dot{y}$, $\delta \dot{z}$ y $\delta \dot{B}$ expresado en segundos del día.

Exponente de escala: término empleado para calcular el factor de escala utilizado para codificar los elementos de factorización de Cholesky.

Elementos de factorización de Cholesky (E_{ij}): elementos de una matriz triangular superior que comprime la información en la matriz de covarianza de reloj y efemérides. Estos elementos se utilizan para calcular el factor de ubicación de usuario (δ_{DFREI}) como función de la posición del usuario (véase el numeral 3.4.12.4.1).

Indicador de error telemétrico en doble frecuencia (DFREI): indicador de 4 bits del valor del error telemétrico en doble frecuencia (DFRE), donde en una gama de 0 a 15 el valor 15 corresponde a "No utilizar con SBAS".

Para los demás valores (0 a 14), en el numeral 3.4.11.4 se presenta la tabla que define la correspondencia entre los valores de DFREI y la desviación normal (σ_{DFREI} , en metros).

Los valores de desviación normal radiodifundidos (dentro de las gamas permitidas que se definen en el numeral 3.5.11.4) dependen del SBAS.

δR_{CORR} : multiplicador del parámetro de degradación de primer grado.

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 32.

3.4.11.3 Parámetros del mensaje de integridad. Los parámetros del mensaje de integridad consistirán en:

Indicador de cambio de error telemétrico en doble frecuencia (DFRECI): indicador de 2 bits que denota el estado de integridad de un satélite específico identificado por su índice de posición aumentada (véase el numeral 3.5.11.1), como se especifica en la tabla B-100.

Tabla B-100. Indicador DFRECI

DFRECI	Estado
0 ("00")	DFREI sin cambio
1 ("01")	DFREI con cambio
2 ("10")	Valor DFREI activo aumentado por uno
3 ("11")	No utilizar este satélite en modo SBAS

Para un satélite dado, la indicación DFRECI "00" y "10" siempre se refiere al último DFREI válido recibido (DFREI activo) para ese satélite. Un DFREI activo puede ser cualquier DFREI radiodifundido que aún no haya expirado. Las indicaciones de DFRECI "10" no son acumulativas.

Expedición de datos – máscara (IODM): véase el numeral 3.4.11.1.

- El mensaje de tipo 34 que proporciona el DFRECI para todos los satélites aumentados, el DFREI para un máximo de siete satélites aumentados y la IODM; y
- Los mensajes de tipo 35 y 36 que radiodifunden los valores de IODM y DFREI para un conjunto máximo de 53 y 39 satélites aumentados, respectivamente.

3.4.11.4 Parámetros de degradación y de tabla de escala de DFREI. Los parámetros de datos viejos pero activos (OBAD) y los parámetros de la tabla de escala de DFREI serán los siguientes:

Parámetros OBAD comunes: conjunto de parámetros comunes a todos los satélites aumentados, donde:

(IVALID)₃₂ es el intervalo de validez del mensaje de tipo 32;

(IVALID)_{39/40} es el intervalo de validez de los mensajes de tipo 39 y 40;

C_{ER} es el parámetro de degradación en escalón para aplicaciones en ruta hasta la aproximación que no es de precisión;

C_{COVARIANZA} es el parámetro de degradación de la covarianza de reloj-efemérides; y Selector de ecuación de la degradación indica cómo los términos de la degradación se combinan para la varianza del modelo por el error residual de doble frecuencia.

Codificación: 0 = δ_{DFRE} solamente multiplica σ_{DFRE} ; los residuales de corrección se llevan a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.

1 = δ_{DFRE} multiplica la suma lineal de σ_{DFRE} y los parámetros de degradación.

Parámetro OBAD específico: conjunto de parámetros asociados a una constelación principal dada y que se usan para capturar la degradación de las correcciones que son viejas, pero siguen siendo válidas, donde:

I_{CORR} es el intervalo de tiempo para la aplicación de C_{CORR};

C_{CORR} es el parámetro de degradación en escalón para uso en aproximaciones de precisión; y

R_{CORR}: es el parámetro de degradación de primer grado.

Identificador de referencia horaria: parámetro que especifica en qué constelación de GNSS está alineada la SNT para el SBAS DFMC, donde:

"0" es GPS;
 "1" es GLONASS;
 "2" es Galileo;
 "3" es BDS;
 "4" está reservado; y
 "5", "6" y "7" son extra.

Tabla de escala DFREI: muestra la correspondencia entre el parámetro DFREI (véase el numeral 3.4.11.2) y el valor σ_{DFRE} que se especifica en la tabla B-101.

Σ_{DFRE} es la desviación normal del error telemétrico residual de reloj y efemérides libre de ionosfera tras aplicar las correcciones de reloj y efemérides de SBAS DFMC (mensaje de tipo 32) o de reloj y efemérides de satélite SBAS (mensaje tipo 39/40).

Tabla B-101. Evaluación de σ_{DFRE} en metros

Valor del campo dec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valor del campo bin	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
σ_{DFRE} : DFREI=0	0.125	0.1875	0.25	0.3125	0.375	0.4375	0.5	0.5625	0.625	0.6875	0.75	0.8125	0.875	0.9375	1	1.0625
σ_{DFRE} : DFREI=1	0.25	0.375	0.5	0.625	0.75	0.875	1.0	1.125	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875	2.0	2.125
σ_{DFRE} : DFREI=2	0.375	0.5	0.625	0.75	0.875	1.0	1.125	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875	2.0	2.125	2.25
σ_{DFRE} : DFREI=3	0.5	0.625	0.75	0.875	1.0	1.125	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875	2.0	2.125	2.25	2.375
σ_{DFRE} : DFREI=4	0.625	0.75	0.875	1.0	1.125	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875	2.0	2.125	2.25	2.375	2.5
σ_{DFRE} : DFREI=5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5
σ_{DFRE} : DFREI=6	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5	4.75
σ_{DFRE} : DFREI=7	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5
σ_{DFRE} : DFREI=8	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5	4.75	5.0	5.25
σ_{DFRE} : DFREI=9	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5	4.75	5.0	5.25	5.5
σ_{DFRE} : DFREI=10	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
σ_{DFRE} : DFREI=11	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
σ_{DFRE} : DFREI=12	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
σ_{DFRE} : DFREI=13	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	25.0	28.0	31.0	34.0	37.0	40.0	43.0	46.0	49.0
σ_{DFRE} : DFREI=14	10.0	16.0	22.0	28.0	34.0	40.0	46.0	52.0	58.0	64.0	70.0	76.0	82.0	88.0	94.0	100.0
σ_{DFRE} : DFREI=15	NO UTILIZAR ESTE SATÉLITE EN MODO SBAS															

Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 37.

3.4.11.5 Parámetros de la matriz de covarianza, de reloj y de efemérides de satélites SBAS. Los datos de radiodifusión de reloj, efemérides y covarianza de satélites SBAS serán los siguientes:

Expedición de datos – GEO (IODG): indicador de expedición de datos que asocia los mensajes de tipo 39 y 40.

Cada mensaje de un par de mensajes de tipo 39/40 contiene el mismo IODG de 2 bits.

ID de proveedor de servicio SBAS: identifica al proveedor de servicio SBAS responsable de radiodifundir las señales por el satélite SBAS, como se define en la tabla B-65.

Parámetros keplerianos: la información de efemérides para determinar la ubicación del centro de fase de la antena de doble frecuencia libre de ionosfera de L1/L5 es la siguiente:

Cuc es la amplitud de los términos de corrección armónica de coseno para el argumento de latitud;

Cus es la amplitud de los términos de corrección armónica de seno para el argumento de latitud; Idot es la tasa del ángulo de inclinación;

a es el eje semimayor;

ω es el argumento del perigeo;

Ω_0 es la longitud del nodo ascendente del plano orbital a te; M0 es la anomalía media a te;

I es la inclinación a te; y e es la excentricidad;

Posición orbital de satélite delta: identifica en la tabla B-102 al satélite SBAS que radiodifunde;

En el mensaje de tipo 47 se usa 0 como valor de posición orbital de satélite delta para indicar que el mensaje no va seguido de datos de almanaque.

Tabla B-102. Distribución de posición orbital de satélites delta

<i>Posición orbital de satélite delta</i>	<i>Lógica de distribución</i>
0	Ningún satélite SBAS (solo se usa en los mensajes de tipo 47)
01 – 39	PRN 120-158 de satélites GEO SBAS
40 – 63	Extra

Hora de efemérides SBAS t_e : hora de aplicabilidad del mensaje de efemérides en segundos del día;

parámetros de reloj: se proporcionan para la posición libre de ionosfera, como sigue:

a_{Gf0} : desplazamiento de reloj; y

a_{Gf1} : velocidad de reloj;

exponente de escala: véase el numeral 3.4.11.2;

matriz de covarianza: véase el numeral 3.4.11.2;

indicador de error telemétrico en doble frecuencia (DFREI): véase el numeral 3.4.11.2; y

δR_{CORR} : véase el numeral 3.4.11.2.

Todos los parámetros se radiodifunden en mensajes combinados de tipo 39 y tipo 40.

3.4.11.6 Parámetros de desplazamiento de la hora GNSS. Los parámetros de la hora GNSS serán los siguientes:

Los parámetros de UTC comunes son:

A_{ISNT} : coeficiente de deriva de la escala de SNT para SBAS DFMC respecto de la UTC;
 A_{OSNT} : coeficiente del sesgo de la escala de SNT para SBAS DFMC respecto de la escala de tiempo de UTC;

t_{0t} : hora de la semana de referencia de los datos horarios;

W_{Ne} : número de semana de referencia de los datos;

Δt_{LS} : cuenta actual o anterior de segundos intercalares;

W_{NLSF} : número de semana de referencia de segundos intercalares;

DN: número de día de referencia de segundos intercalares;

Δt_{LSF} : cuenta actual o futura de segundos intercalares; e

Identificador de norma UTC (como se define en el numeral 3.4.4.8)

Los parámetros del modelo de validez del desplazamiento por conversión de SNT a UTC son:

TOW_{app} : hora de inicio en hora de la semana del período de validez de la información radiodifundida en el campo de parámetros comunes de UTC;

WN_{app} : número de semana asociado a la TOW_{app} que define el período de validez de la información radiodifundida en el campo de parámetros comunes de UTC. WN_{app} en 0 significa que $WN_{app} = WN_t - 1$. WN_{app} en 1 significa que $WN_{app} = WN_t$;

VP: identifica la duración del período de validez (expiración) según la tabla B-104 de la información común de UTC; y

Estado del desplazamiento respecto de UTC: estado de validez del desplazamiento horario por conversión de SNT a UTC definido según la tabla B-103.

Tabla B-103. Parámetro de estado de desplazamiento respecto de UTC

<i>Estado de desplazamiento respecto de UTC</i>	<i>Estado</i>
0	La información común de UTC recibida antes siguesiendo válida, período de validez sin cambios
1	La información común de UTC recibida antes ya noes válida y no se usará más

Tabla B-104. Parámetro de período de validez (VP)

VP	Duración de VP	vp	Duración de VP
0 ("000")	1 día desde radiodifusión	4 ("100")	6 horas
1 ("001")	1 hora	5 ("101")	9 horas
2 ("010")	2 horas	6 ("110")	12 horas
3 ("011")	4 horas	7 ("111")	24 horas

La hora de expiración de la información sobre desplazamiento por conversión de SNT a UTC (que abajo se identifica como TO₄₂) se definirá de la forma siguiente:

- Si VP es 0: TO₄₂ = hora de recepción del mensaje de tipo 42 + 86 400 s;
- Si VP es un valor distinto de 0: TO₄₂ = hora de inicio en segundos (dada por TOWapp y WNapp) + (duración de VP) × 3 600.

Todos los parámetros se radiodifunden en un mensaje de tipo 42.

No es la intención que los mensajes de tipo 42 se usen para servicios de posicionamiento con integridad, dado que el sistema de SBAS no tiene definido un presupuesto de integridad para los parámetros de desplazamiento de hora.

3.4.11.7 Parámetros de satélites SBAS. Los parámetros de los satélites SBAS serán los siguientes:

Posición de satélite delta: véase el numeral 3.4.11.5.

ID de proveedor de servicio SBAS: véase el numeral 3.4.11.5;

Indicador de radiodifusión: si su valor es 1, identifica los datos de almanaque del satélite que radiodifunde. En los demás casos tendrá valor 0;

Parámetros de almanaque: radiodifusión usando parámetros keplerianos.

Donde:

a es el eje semimayor;

e es la excentricidad; i es la inclinación;

ω es el argumento del perigeo;

Ω_0 es la longitud del nodo ascendente del plano orbital al inicio de la semana;

Ω es la velocidad de ascensión recta del nodo ascendente;

M_0 es la anomalía media a t_a ; y

t_a es la hora de almanaque de SBAS (la época de referencia del almanaque en segundos del día); y

Cuenta de reinicio del número de semana (WNRO_{cuenta}): cantidad de veces que se reinició el número de semana en la constelación GNSS identificada con el identificador de hora de referencia a la hora de referencia del almanaque, t_a , difundido en el bloque de parámetros keplerianos de SBAS I del mensaje de tipo 47 (véase la tabla B-102). Se usará una WNRO_{cuenta} de valor 15 para indicar que el parámetro no es válido y que se actualizará. La hora de inicio por constelación por relación a la UTC será:

- Para GPS: la medianoche entre el 5 de enero de 1980 y el 6 de enero de 1980 (véase el numeral 3.1.1.4);
- Para GLONASS: la medianoche entre el 31 de diciembre de 1995 y el 1 de enero de 1996;

- c) Para Galileo: 13 segundos antes de la medianoche entre el 21 de agosto de 1999 y el 22 de agosto de 1999; y
- d) Para BDS: la medianoche entre el 31 de diciembre de 2005 y el 1 de enero de 2006

Todos los parámetros se radiodifunden en un mensaje de tipo 47.

El mensaje de tipo 47 ofrece la capacidad de transmitir los parámetros de los almanaques SBAS de dos satélites SBAS.

3.4.6 Definiciones de protocolos para aplicaciones de datos SBAS DFMC.

En esta sección se definen los parámetros que usa SBAS (elementos de aeronave y otros elementos) y que se necesitan para calcular la solución de navegación y su correspondiente integridad (niveles de protección).

3.4.12.1 Información general sobre el protocolo de datos SBAS DFMC.

Se usarán los siguientes valores convencionales para calcular las coordenadas con fijo centrado en la Tierra del centro de fase de la antena del vehículo espacial SBAS:

$\pi = 3.1415926535898$ (relación entre la circunferencia del círculo y su diámetro);

$\mu = 3.986005 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ (parámetro gravitacional de la Tierra);

$\Omega_e = 7.2921151467 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ (velocidad de rotación de la Tierra); y

$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ (velocidad de la luz en el vacío).

SBAS no radiodifunde estos parámetros, pero es necesario usar los valores correctos para mantener la interoperabilidad entre las diferentes instancias de SBAS.

Al calcular la diferencia horaria ($t - t_0$), donde la referencia horaria t_0 está expresada en SNT (como es el caso de t_0 que se radiodifunde en el mensaje de tipo 32, t_e en el mensaje de tipo 40, t_a en el mensaje de tipo 47), el tiempo t utilizado en el numeral 3.4.12 se expresará en el mismo lapso de tiempo, habida cuenta de los elementos de conversión de la tabla B-117.

Tabla B-105 Conversión de hora de referencia de constelación principal a la SNT

		"0"	"1"	"2"	"3"
Hora de referencia de constelación principal	GPS	$t^{(SNT=0)} = t^{(GPST)}$	$t^{(SNT=1)} = t^{(GPST)} - \Delta t_{LS} + 10\,800 \text{ s}$	$t^{(SNT=2)} = t^{(GPST)}$	$t^{(SNT=3)} = t^{(GPST)} - 14 \text{ s}$
	GLONASS	$t^{(SNT=0)} = t^{(GLONASST)} + \Delta t_{LS} - 10\,800 \text{ s}$	$t^{(SNT=1)} = t^{(GLONASST)}$	$t^{(SNT=2)} = t^{(GLONASST)} + \Delta t_{LS} - 10\,800 \text{ s}$	$t^{(SNT=3)} = t^{(GLONASST)} + \Delta t_{LS} - 10\,800 \text{ s}$
	Galileo	$t^{(SNT=0)} = t^{(GST)}$	$t^{(SNT=1)} = t^{(GST)} - \Delta t_{LS} + 10\,800 \text{ s}$	$t^{(SNT=2)} = t^{(GST)}$	$t^{(SNT=3)} = t^{(GST)} - 14 \text{ s}$
	BDS	$t^{(SNT=0)} = t^{(BDT)} + 14 \text{ s}$	$t^{(SNT=1)} = t^{(BDT)} - \Delta t_{LS} + 10\,800 \text{ s}$	$t^{(SNT=2)} = t^{(BDT)} + 14 \text{ s}$	$t^{(SNT=3)} = t^{(BDT)}$

Δt_{LS} se calcula en función de la información de la constelación principal.

En la tabla B-105 se muestra cómo convertir la hora del día $t^{(GNSST)}$ expresada en la hora de referencia de una constelación principal de GNSS en hora del día $t^{(SNT=i)}$ expresada en la SNT especificada por el identificador de hora de referencia i .

3.4.12.2 Determinación de la posición de un satélite SBAS a partir de su almanaque.

Se usarán los siguientes parámetros definidos en el numeral 3.5.11.7 para calcular la posición de un satélite SBAS a partir de su almanaque:

t_a : la hora de almanaque de SBAS (la época de referencia del almanaque o los almanaques en hora del día);

a : eje semimayor (m);

e : excentricidad (adimensional);

M_0 : anomalía media (rad) a t_a ;

ω : argumento del perigeo (rad);

i : ángulo de inclinación (rad);

Ω_0 : longitud del nodo ascendente del plano orbital al inicio de la semana (rad); y

Ω : es la velocidad de ascensión recta del nodo ascendente (rad/s).

La posición del satélite SBAS se calculará para la época t , expresada en la trama de SNT para SBAS DFMC. La "época de referencia de almanaque" se radiodifundirá en forma de hora del día mediante t_a . Los usuarios de SBAS tendrán en cuenta que t_a es un parámetro trunco.

3.4.12.2.1 Cálculo de la anomalía media (M_t).

La anomalía media (M_t) en la época t se calculará con la siguiente expresión:

$$M_t = M_0 + n_0 \Delta t$$

Donde:

$$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

$$\Delta t = t - t_a.$$

El usuario de SBAS debe cerciorarse de que t y t_a tengan la misma referencia horaria al calcular Δt . Dado que el parámetro de radiodifusión t_a es una hora del día, se precisará una conversión para dar cuenta de los cambios de día o semana.

3.4.12.2.2 Cálculo de la anomalía excéntrica (E_t).

La anomalía excéntrica (E_t) en la época t se calculará resolviendo la ecuación:

$$M_t = E_t - e \sin(E_t).$$

La ecuación puede resolverse por iteración.

3.4.12.2.3 Cálculo del argumento de latitud (Φ_t).

El argumento de latitud (Φ_t) para la época t se calculará con la siguiente expresión:

$$\phi_t = v_t + \omega$$

Donde v_t es la anomalía verdadera en la época t :

$$v_t = 2 \times \arctan \left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \left(\frac{E_t}{2} \right) \right)$$

3.4.12.2.4 Cálculo de las coordenadas en el plano orbital (x_t' ; y_t').

Las coordenadas en el plano orbital (x_t' ; y_t') en la época t se calcularán con esta expresión:

$$\begin{aligned} x_t' &= r_t \cos \phi_t \\ y_t' &= r_t \sin \phi_t \end{aligned}$$

Donde r_t es el radio de la órbita en la época t :

$$r_t = a \times [1 - (e \times \cos E_t)]$$

3.4.12.2.5 Cálculo de las coordenadas del vehículo espacial con fijo en la Tierra (x_t ; y_t ; z_t).

Las coordenadas del vehículo espacial con fijo en la Tierra (x_t ; y_t ; z_t) en la época t se calcularán con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} x_t &= (x_t' \cos \Omega_t) - (y_t' \cos \Omega_t \sin \Omega_t) \\ y_t &= (x_t' \sin \Omega_t) - (y_t' \cos \Omega_t \cos \Omega_t) \\ z_t &= y_t' \sin \Omega_t \end{aligned}$$

Donde Ω_t es la longitud corregida del nódulo ascendente en la época t :

$$\Omega_t = \Omega_0 + [(\dot{\Omega} - \Omega_{\dot{e}}) \Delta t] - (\Omega_{\dot{e}} t_{aTOW})$$

Y t_{aTOW} es t_a expresada en segundos como hora de la semana (o tiempo transcurrido desde el inicio de la semana de almanaque).

3.4.12.3 Determinación de la posición de un satélite SBAS a partir de sus efemérides.

Se usarán los siguientes parámetros, definidos en el numeral 3.4.11.5, para calcular la posición de un satélite SBAS a partir de sus efemérides:

t_a : la hora de la efeméride de SBAS (la época de referencia de la o las efemérides como una hora del día);

a : eje semimayor (m);

e : excentricidad (adimensional);

M_0 : anomalía media (rad) a t_a ;

ω : argumento del perigeo (rad);

i : ángulo de inclinación a t_a (rad);

i_{dot} : tasa del ángulo de inclinación (rad/s);

Ω_0 : longitud del nodo ascendente del plano orbital a t_e (rad);

C_{uc} : amplitud de la corrección armónica de coseno para el argumento de latitud (rad); y

C_{us} : amplitud de la corrección armónica de seno para el argumento de latitud (rad).

La posición del satélite SBAS se calculará para la época t , expresada en la trama de SNT para SBAS DFMC. La "época de referencia de la efeméride" se radiodifundirá en forma de hora del día mediante t_e . Los usuarios de SBAS tendrán en cuenta que t_e es un parámetro trunco.

3.4.12.3.1 Cálculo de la anomalía media (M_t).

La anomalía media (M_t) en la época t se calculará con la siguiente expresión:

$$M_t = M_0 + n_0 \Delta t$$

Donde:

$$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

$$\Delta t = t - t_e.$$

El usuario de SBAS debe cerciorarse de que t y t_e tengan la misma referencia horaria al calcular Δt . Dado que el parámetro de radiodifusión t_e es una hora del día, se precisará una conversión para dar cuenta de cambios de día o semana.

El usuario de SBAS debe cerciorarse de que t y t_e tengan la misma referencia horaria al calcular Δt . Dado que el parámetro de radiodifusión t_e es una hora del día, se precisará una conversión para dar cuenta de cambios de día o semana.

3.4.12.3.2 Cálculo de la anomalía excéntrica (E_t).

La anomalía excéntrica (E_t) en la época t se calculará resolviendo la ecuación:

$$M_t = E_t - e \sin(E_t).$$

La ecuación puede resolverse por iteración.

3.4.12.3.3 Cálculo del argumento de latitud (Φ_t).

La anomalía excéntrica (Φ_t) en la época t se calculará con la siguiente expresión:

$$\Phi_t = v_t + \omega$$

Donde v_t es la anomalía verdadera en la época t :

$$v_t = 2 \times \arctan \left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \left(\frac{E_t}{2} \right) \right)$$

3.4.12.3.4 Cálculo del argumento de latitud corregido (u_t).

El argumento de latitud corregido (u_t) en la época t se calculará con la siguiente expresión:

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

$$u_t = \phi_t + \delta u_t$$

Donde δu_t es la segunda perturbación armónica del argumento de latitud en la época t:

$$\delta u_t = [C_{us} \sin(2\phi_t)] + [C_{uc} \cos(2\phi_t)].$$

3.4.12.3.5 Cálculo de las coordenadas en el plano orbital (x_t' ; y_t').

Las coordenadas en el plano orbital (x_t' ; y_t') en la época t se calcularán con esta expresión:

$$\begin{aligned} x_t' &= r_t \cos u_t \\ y_t' &= r_t \sin u_t \end{aligned}$$

Donde r_t es el radio de la órbita en la época t:

$$r_t = a[1 - (e \cos E_t)].$$

3.4.12.3.6 Cálculo de las coordenadas del vehículo espacial con fijo en la Tierra (x_t ; y_t ; z_t).

Las coordenadas del vehículo espacial con fijo en la Tierra (x_t ; y_t ; z_t) en la época t se calcularán con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} x_t &= (x_t' \cos \Omega_t) - (y_t' \sin \Omega_t) \\ y_t &= (x_t' \sin \Omega_t) + (y_t' \cos \Omega_t) \\ z_t &= y_t' \sin i_t \end{aligned}$$

Donde Ω_t es la longitud corregida del nódulo ascendente en la época t:

$$i_t = i + (I d_{ont} \Delta t).$$

Se debe tener en cuenta la corrección por el efecto Sagnac (rotación de la Tierra).

Se toma como supuesto que la velocidad de ascensión recta del nodo ascendente es cero.

3.4.12.4 Solución de navegación SBAS DFMC.

3.5.12.4 ofrece fórmulas para la solución de navegación SBAS DFMC de un sistema SBAS que aumenta dos constelaciones principales, la constelación 1 (C1) y la constelación 2 (C2). Cuando el número N de constelaciones que se están aumentando es distinto de 2 (N=1, 3 o 4), será preciso ajustar en consecuencia el tamaño de G y de X.

La solución de navegación mínima cuadrática ponderada tiene la forma siguiente:

$$X = (G^T \cdot W \cdot G)^{-1} \cdot G^T \cdot W \cdot Y$$

Donde:

- a) X es la estimación mínima cuadrática ponderada del error en la ubicación estimada del usuario para el cual se hace la linealización:

$$X = [x, y, z, ct_{c1}, ct_{c1-c2}]$$

Donde:

ct_{c1} es el error sistemático del reloj del receptor en segundos con respecto a la hora de referencia de la constelación 1;

t_{C1-C2} es la diferencia horaria observada por el receptor en segundos entre la constelación de referencia 2 y la constelación 1, es decir, $t_{C1-C2} = t_{C2} - t_{C1}$;

- b) Y es el vector P -dimensional que contiene las mediciones corregidas de pseudodistancia libre de ionosfera $PR_{i,corregida}$, menos los valores esperados de distancia basados en la ubicación de los satélites y la ubicación estimada del usuario (X), donde P es el número de satélites que se usan en la solución de navegación;

$PR_{i,corregida}$ es la medición corregida de pseudodistancia libre de ionosfera del satélite i que se calculó según se especifica en 3.5.1.2 con los siguientes parámetros:

b_i , que se define en el numeral 3.5.1.2, es el reloj SBAS corregido:

$$b_i = c * (\delta\Delta t_{SV,i} + \Delta t_{SV,i});$$

$\delta\Delta t_{SV,i}$ es la estimación del error horario a la hora t calculada con los parámetros descritos en el numeral 3.5.11.2, de la siguiente forma:

$$c * \delta\Delta t_{SV,i} = \delta B + \delta \dot{B}(t - t_D);$$

$\Delta t_{SV,i}$ es la corrección de la hora del satélite que se describe en el numeral 3.5.15.1.1.2; y

t_D es la hora de referencia de las correcciones.

El vector de corrección del error de posición del satélite $[\delta x(t), \delta y(t), \delta z(t)]$ se expresará en la trama de coordenadas ECEF WGS-84 como se indica a continuación, y se agregará al vector de las coordenadas de posición del satélite $[x(t), y(t), z(t)]$:

$$\begin{bmatrix} \delta x(t) \\ \delta y(t) \\ \delta z(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta x \\ \delta y \\ \delta z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x} \\ \delta \dot{y} \\ \delta \dot{z} \end{bmatrix} (t - t_D)$$

δx , δy , δz , $\delta \dot{x}$, $\delta \dot{y}$ y $\delta \dot{z}$ según se definen en el numeral 3.4.11.2.

El usuario de SBAS debe cerciorarse de que t y t_D tengan la misma referencia horaria al calcular $t - t_D$. Dado que el parámetro de radiodifusión t_D es una hora del día, se precisará una conversión para dar cuenta de cambios de día o semana.

Si SBAS realiza telemetría, en las mediciones libres de ionosfera para que el SBAS proporcione información de corrección e integridad la estimación del error horario $\delta\Delta t_{SV}$ es cero, porque no se proporciona corrección para este satélite.

- a) G es la matriz de observación:

$$G_i = [-\cos E_{li} \cdot \sin A_{zi} \quad -\cos E_{li} \cdot \cos A_{zi} \quad -\sin E_{li} \quad 1 \quad n_i] = i\text{-ésima fila de } G$$

Donde:

E_{li} es la elevación del satélite i después de corregir su posición con los parámetros descritos en el numeral 3.4.11.2;

A_{zi} es el azimut del satélite i después de corregir su posición con los parámetros transmitidos que se describen en el numeral 3.4.11.2. El azimut positivo se mide en sentido horario desde el Norte; y

n_i es "1" cuando el satélite es parte de la constelación de referencia C2, o "0" si es parte de C1.

Para el satélite telemétrico SBAS: n_i es "0" si C1 es GPS, y "1" si C2 es GPS.

En las normas para SBAS DFMC no se prevé aumentación de las señales telemétricas de SBAS DFMC de otros proveedores de servicios.

Si el SBAS proporciona telemetría SBAS y no está proporcionando aumentación al GPS, se debe resolver el desfase horario por distancia del SBAS introduciendo una incógnita adicional en la matriz de observación.

a) W es la matriz de ponderación:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_p \end{bmatrix}$$

Donde:

$$w_i = 1/\sigma_i^2;$$

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i,DFC}^2 + \sigma_{i,tropo}^2 + \sigma_{i,air_DF}^2 + \sigma_{i,iono}^2;$$

$\sigma_{i,DFC}^2$ es la varianza del modelo por el error residual derivado de las correcciones de SBAS para el satélite i como se define en el numeral 3.4.12.4.1;

$\sigma_{i,tropo}$ es la varianza del modelo por el error troposférico residual del satélite i , como se define en los numerales 3.4.8.4.2.4 y 3.4.8.4.2.5;

σ_{i,air_DF}^2 es la variación del modelo por la suma de errores por ruido de medición y propagación por trayectos múltiples que se aplica a la combinación libre de ionosfera de mediciones de distancia en doble frecuencia (véase el numeral 3.4.15.3.4.1) para el satélite i ; y

$\sigma_{i,iono}^2$ es la varianza del modelo por el error residual libre de ionosfera para el satélite i , como se define en el numeral 3.4.15.3.4.2.

3.4.12.4.1 Cálculo de la varianza del modelo por el error residual derivado de las correcciones de SBAS σ_{DFC}^2

Los siguientes cálculos se hacen para cada satélite. Para mayor facilidad, el índice i usado en el numeral 3.4.12.4 se ha suprimido de las ecuaciones.

El factor de ubicación de usuario (δ_{DFRE}) se obtendrá de la matriz C de covarianza de reloj-femérides como sigue:

$$C = R^T R$$

Donde:

$$R = 2^{(\text{exponente escala} - 5)} \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix}$$

De modo que

$$\delta_{DFRE} = \sqrt{I^T C I} + \varepsilon_C$$

Donde:

I es el vector de la línea de alcance óptico cuatridimensional del usuario al satélite en la trama de coordenadas WGS-84 donde los tres primeros componentes son el vector unitario del usuario al satélite y el cuarto componente es 1;

ε_C se obtiene de la CCOVARIANZA: (definida en 3.5.11.4) con la expresión:

$$\varepsilon_C = C_{\text{COVARIANZA}} \times 2^{\text{exponente de escala} - 5}; \text{ y}$$

el exponente de escala está definido en el numeral 3.4.11.2 y se transmite mediante los mensajes de tipo 32 para los satélites de constelaciones principales y de tipo 40 para los satélites SBAS.

La varianza del modelo por el error residual debido a las correcciones de SBAS (σ_{DFC}^2) a la hora t se calcularán usando los parámetros de las correcciones SBAS que se describen en el numeral 3.4.11.2 (para los satélites de constelaciones principales) y en el numeral 3.4.11.5 (para los satélites SBAS) vinculadas a los parámetros OBAD descritos en el numeral 3.4.11.4, sobre la base del selector de ecuación de la degradación radiodifundido, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{"0"}: \quad \sigma_{DFC}^2 &= \sigma_{DFRE}^2 \times \delta_{DFRE}^2 + \varepsilon_{CORR}^2 + \varepsilon_{ER}^2 \\ \text{"1"}: \quad \sigma_{DFC}^2 &= (\sigma_{DFRE} + \varepsilon_{CORR} + \varepsilon_{ER})^2 \times \delta_{DFRE}^2 \end{aligned}$$

Donde:

$$\varepsilon_{CORR} = \left[\frac{t - t_{CORR}}{I_{CORR}} \right] C_{CORR} + (t - t_{CORR}) \frac{(R_{CORR})_{SV}}{1000};$$

σ_{DFRE} es la desviación normal del error residual de distancia de reloj y efemérides libre de ionosfera que se define en el numeral 3.4.11.4;

ε_{CORR} es el parámetro de degradación para las correcciones;

ε_{ER} es el parámetro de degradación para aplicaciones en ruta hasta aproximación que no es de precisión. Equivaldrá a 0 si las correcciones no hubieran expirado para las aplicaciones de aproximación (APV-I o Categoría I). Equivaldrá a C_{er} (véase el numeral 3.4.11.4) si alguna de las correcciones o DFREI/DFRECI (la información radiodifundida en mensajes válidos de tipo 32, 34, 35, 36, 39 y 40) hubiera expirado para la aplicación de aproximación, pero siguiera siendo válida para aplicaciones en ruta hasta aproximación que no es de precisión;

t_{CORR} es la hora de aplicabilidad (el inicio de la época del segundo SNT que coincide con la transmisión proveniente de SBAS del primer bit del bloque de mensaje) de la información más recientemente recibida de correcciones de reloj-efemérides de satélite o SBAS que se corresponda con las efemérides del satélite;

I_{CORR} es el intervalo de tiempo para la aplicación de $CCORR$ (véase el numeral 3.4.11.4);

C_{CORR} es el parámetro de degradación en escalón para uso en aproximaciones de precisión (véase el numeral 3.4.11.4);

$(R_{CORR})_{SV}$ es el factor de degradación específico del satélite calculado a partir de R_{CORR} (véase el numeral 3.4.11.4) y SR_{CORR} como en el numeral 3.4.11.2 (para los satélites aumentados) o en el numeral 3.4.11.5 (para SBAS);

$$\text{si } t - t_{CORR} \leq I_{CORR}, \text{ entonces } (R_{CORR})_{SV} = R_{CORR} \times SR_{CORR}$$

$$\text{si } t - t_{CORR} > I_{CORR}, \text{ entonces } (R_{CORR})_{SV} = R_{CORR}; \text{ y}$$

$\lfloor x \rfloor$ es el número entero más alto que es igual o menor a x .

3.4.12.5 Cálculo del nivel de protección Para una solución de posición general por mínimos cuadrados, la matriz de proyección S se definirá así:

$$S = \begin{bmatrix} S_{este,1} & S_{este,2} & \dots & S_{este,P} \\ S_{norte,1} & S_{norte,2} & \dots & S_{norte,P} \\ S_{U,1} & S_{U,2} & \dots & S_{U,P} \\ S_{TC_1,1} & S_{TC_1,2} & \dots & S_{TC_1,P} \\ S_{TC_1C_2,1} & S_{TC_1C_2,2} & \dots & S_{TC_1C_2,P} \end{bmatrix} = (G^T \cdot W \cdot G)^{-1} \cdot G^T \cdot W$$

G es la matriz de observación definida en el numeral 3.4.12.4; y

W es la matriz de ponderación definida en el numeral 3.4.12.4.

Los niveles de protección horizontal (HPL) y vertical (VPL) se calcularán de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \text{HPL} &= K_H d_{\text{mayor}} \\ \text{VPL} &= K_{V,PA} d_U \end{aligned}$$

Donde:

$$K_H = \begin{cases} 6.18 & \text{para las operaciones en ruta hasta aproximación que no es de precisión} \\ 6.0 & \text{para las operaciones de APV - I y Categoría I;} \end{cases}$$

$$K_{V,PA} = 5.33;$$

d_{mayor} es la incertidumbre del error a lo largo del eje semimayor de la elipse de error definida con la siguiente expresión

$$d_{\text{mayor}} \equiv \sqrt{\frac{d_{\text{este}}^2 + d_{\text{norte}}^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_{\text{este}}^2 - d_{\text{norte}}^2}{2}\right)^2 + d_{EN}^2}};$$

d_U es la varianza de distribución del modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero en el eje vertical que se define con la siguiente expresión:

$$d_U^2 = \sum_{i=1}^P s_{U,i}^2 \sigma_i^2 ;$$

Donde:

d_{este}^2 es la varianza de distribución del modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero en el eje este:

$$d_{\text{este}}^2 = \sum_{i=1}^P s_{\text{este},i}^2 \sigma_i^2 ;$$

d_{norte}^2 es la varianza de distribución del modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero en el eje norte:

$$d_{\text{norte}}^2 = \sum_{i=1}^P s_{\text{norte},i}^2 \sigma_i^2 ;$$

d_{EN} es la covarianza de distribución del modelo en los ejes este y norte:

$$d_{\text{EN}} = \sum_{i=1}^P s_{\text{este},i} s_{\text{norte},i} \sigma_i^2 ;$$

$s_{\text{este},i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección este respecto del error de pseudodistancia en el i -ésimo satélite;

$s_{\text{norte},i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección norte respecto del error de pseudodistancia en el i -ésimo satélite;

$s_{U,i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto del error de pseudodistancia en el i -ésimo satélite; y

σ_{ise} define en el numeral 3.4.12.4.

3.4.13 Tablas de mensajes SBAS DFMC.

Cada mensaje SBAS se codificará de acuerdo con el formato de mensaje correspondiente que se define en las tablas B-92 a B-104. Todos los parámetros con signo de estas tablas se representarán en complementos a dos y el bit del signo ocupará el lugar del MSB.

El valor de cada parámetro dentro del mensaje DFMC se calcula de la forma siguiente, considerando que el campovalor es el valor decimal del número binario después de transformarlo en complementos a dos si así se especifica en la columna de descripción de la tabla:

- Si el parámetro está codificado como complemento a dos: parámetro = campovalor*escala_{factor}; y
- Si el parámetro no está codificado como complemento a dos: parámetro = desplazamiento + campovalor*escala_{factor}; donde el desplazamiento se especifica en la columna de observaciones si difiere de la gama efectiva mínima.

Los bits reservados de los mensajes DFMC pueden tener cualquier valor.

Tabla B-106. Mensaje de tipo 0 “No utilizar” radiodifundido en L5

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Reservado	Reservado	216	-	-	-	-	

Este mensaje es el equivalente del mensaje tipo 0 de SBAS L1, pero únicamente se aplica a los mensajes radiodifundidos en el servicio SBAS DFMC.

Cuando se radiodifunde este mensaje, indica que la señal no se usa para operaciones críticas para la seguridad de la vida. El SBAS puede radiodifundir el campo de datos de cualquier tipo de mensaje en cada mensaje de tipo 0.

Tabla B-107. Máscara de satélites SBAS de tipo 31

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Máscara GPS	Del número de posición orbital 1	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite GPS
	al número de posición orbital 32	1	1	0	1	-	al bit para el 32º satélite GPS
	Del número de posición orbital 33	1	1	0	1	-	De reservado para GPS, bit 1
	al número de posición orbital 37	1	1	0	1	-	a reservado para GPS, bit 5
Máscara GLONASS	Del número de posición orbital 38	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite GLONASS
	al número de posición orbital 69	1	1	0	1	-	al bit para el 32º satélite GLONASS
	Del número de posición orbital 70	1	1	0	1	-	De reservado para GLONASS, bit 1
	al número de posición orbital 74	1	1	0	1	-	a reservado para GLONASS, bit 5
Máscara Galileo	Del número de posición orbital 75	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite Galileo
	al número de posición orbital 110	1	1	0	1	-	al bit para 36º satélite Galileo
	Número de posición orbital 111	1	1	0	1	-	Reservado para Galileo
Extra	Del número de posición orbital 112	1	1	0	1	-	
	al número de posición orbital 119	1	1	0	1	-	
Máscara SBAS	Del número de posición orbital 120	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite GEO SBAS
	al número de posición orbital 158	1	1	0	1	-	al bit para 39º satélite SBAS GEO
Máscara BDS	Del número de posición orbital 159	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite BDS
	al número de posición orbital 195	1	1	0	1	-	al bit para 37º satélite BDS
Reservado	Del número de posición orbital 196	1	1	0	1	-	de reservado, bit 1
	al número de posición orbital 207	1	1	0	1	-	a reservado, bit 12
Extra	Del número de posición orbital 208	1	1	0	1	-	
	al número de posición orbital 214	1	1	0	1	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

Todos los parámetros están definidos en el numeral 3.4.11.1.

Tabla B-108. Correcciones de efemérides-reloj y matriz de covarianza de tipo 32

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones	
				mín.	Máx.			
Encabezado de mensaje	Número de posición orbital	9	1	1	214	-	El desplazamiento es 0 y la gama de codificación (0 a 511) supera la gama efectiva. El código 1 corresponde al número de posición orbital 1. La gama efectiva se define en la tabla B-99.	
	IODN	10	1	0	1023	-		
Parámetros de órbita	$\delta X(ECEF)$	11	0,0625	-64	63,9375	m	Codificado como complemento a dos	
	$\delta Y(ECEF)$	11	0,0625	-64	63,9375	m	Codificado como complemento a dos	
	$\delta Z(ECEF)$	11	0,0625	-64	63,9375	m	Codificado como complemento a dos	
	$\delta B(ECEF)$	12	0,03125	-64	63,96875	m	Codificado como complemento a dos	
	$\delta \dot{X}(ECEF)$	8	2^{-11}	-0,0625	0,06201171875	m/s	Codificado como complemento a dos	
	$\delta \dot{Y}(ECEF)$	8	2^{-11}	-0,0625	0,06201171875	m/s	Codificado como complemento a dos	
	$\delta \dot{Z}(ECEF)$	8	2^{-11}	-0,0625	0,06201171875	m/s	Codificado como complemento a dos	
	$\delta \dot{B}(ECEF)$	9	2^{-12}	-0,0625	0,062255859375	m/s	Codificado como complemento a dos	
	τ_D	13	16	0	86384	s	La gama de codificación (0 a 131056) supera la gama efectiva.	
Parámetros de covarianza	Exponente de escala	3	1	0	7	-		
	E _{1,1}	9	1	0	511	-		
	E _{2,2}	9	1	0	511	-		
	E _{3,3}	9	1	0	511	-		
	E _{4,4}	9	1	0	511	-		
	E _{1,2}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
	E _{1,3}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
	E _{1,4}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
	E _{2,3}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
	E _{2,4}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
E _{3,4}	10	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos		
Parámetros de integridad	DFREI	4	1	0	15	-		
	$\delta RCORR$	Factor de escala RCORR	3	1/8	1/8	1	-	

Este mensaje contiene los parámetros de corrección para un solo satélite que se identifica por el parámetro de número de posición orbital.

Todos los parámetros están definidos en el numeral 3.4.11.2.

Tabla B-109. Mensaje de tipo 34 con información de integridad

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				min.	Máx.		
De DFRECI	De DFRECI1	2	1	0	3	-	
	a DFRECI92	2	1	0	3	-	
DFREI	De DFREI1	4	1	0	15	-	
	a DFREI7	4	1	0	15	-	
Reservado	Reservado	2	-	-	-	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

DFREI está definido en el numeral 3.4.11.2.
 IODM está definida en el numeral 3.4.11.1.
 DFRECI está definido en el numeral 3.4.11.3.

Tabla B-110. Mensaje de tipo 35 con información de integridad

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				min.	Máx.		
DFREI	De DFREI1	4	1	0	15	-	
	a DFREI53	4	1	0	15	-	
Reservado	Reservado	2	-	-	-	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

DFREI está definido en el numeral 3.4.11.2.
 IODM está definida en el numeral 3.4.11.1.

Tabla B-111. Mensaje de tipo 36 con información de integridad

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				min.	Máx.		
DFREI	De DFREI 54	4	1	0	15	-	
	a DFREI 92	4	1	0	15	-	
Extra	Extra	56	-	-	-	-	
Reservado	Reservado	2	-	-	-	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

DFREI está definido en el numeral 3.4.11.2.
 IODM está definida en el numeral 3.4.11.1.

Tabla B-112. Mensaje de tipo 37 con parámetros de degradación y tabla de escala DFREI

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Parámetros OBAD comunes	(INVALID)32	6	6	30	408	s	
	(INVALID)39/40	6	6	30	408	s	
	CER	6	0.5	0	31.5	m	
	CCOVARIANZA	7	0.1	0	127	-	
Parámetros OBAD de GPS	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de GLONASS	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de Galileo	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de BDS	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de SBAS	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD reservados	ICORR	5	6	30	216	s	
	CCORR	8	0.01	0	2.55	m	
	RCORR	8	0.2	0	51	mm/s	
Tabla de escala DFREI	σ DFRE: DFREI = 0	4	0.0625	0.125	1.0625	m	
	σ DFRE: DFREI = 1	4	0.125	0.25	2.125	m	
	σ DFRE: DFREI = 2	4	0.125	0.375	2.25	m	
	σ DFRE: DFREI = 3	4	0.125	0.5	2.375	m	
	σ DFRE: DFREI = 4	4	0.125	0.625	2.5	m	
	σ DFRE: DFREI = 5	4	0.25	0.75	4.5	m	
	σ DFRE: DFREI = 6	4	0.25	1	4.75	m	
	σ DFRE: DFREI = 7	4	0.25	1.25	5	m	
	σ DFRE: DFREI = 8	4	0.25	1.5	5.25	m	
	σ DFRE: DFREI = 9	4	0.25	1.75	5.5	m	
	σ DFRE: DFREI = 10	4	0.5	2	9.5	m	
	σ DFRE: DFREI = 11	4	0.5	2.5	10	m	
	σ DFRE: DFREI = 12	4	1	3	18	m	
	σ DFRE: DFREI = 13	4	3	4	49	m	
σ DFRE: DFREI = 14	4	6	10	100	m		
ID de ref. horaria	Identificador de referencia horaria	3	1	0	7	-	
Parámetros OBAD comunes	Selector de ecuación de la degradación	1	1	0	1	-	
Extra	Extra	1	-	-	-	-	

Toda la información se define en el numeral 3.4.11.4.

Tabla B-113. Mensaje de tipo 39 de reloj, efemérides y matriz de covarianza SBAS-1

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Encabezado de mensaje	Posición orbital delta	6	1	1	39	-	El desplazamiento es 0 y la gama de codificación (0 a 63) supera la gama efectiva. El código 1 corresponde a la posición orbital delta. Véase la tabla B-102
	IODG	2	1	0	3	-	
	ID de proveedor SBAS	5	1	0	31	-	
Parámetros de órbita	Cuc	19	$\pi \times 2^{-19} \times 10^{-4}$	$-\pi/2 \times 10^{-4}$	$\pi/2 \times 10^{-4} \times (1-2^{-18})$	rad	Codificado c/complemento a dos
	Cus	19	$\pi \times 2^{-19} \times 10^{-4}$	$-\pi/2 \times 10^{-4}$	$\pi/2 \times 10^{-4} \times (1-2^{-18})$	rad	Codificado c/complemento a dos
	ldot	22	$7\pi/6 \times 2^{-21} \times 10^{-6}$	$-7\pi/6 \times 10^{-6}$	$7\pi/6 \times 10^{-6} \times (1-2^{-21})$	rad/s	Codificado c/complemento a dos
	ω	34	$\pi \times 2^{-33}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-33})$	rad	Codificado c/complemento a dos
	Ω_0	34	$\pi \times 2^{-33}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-33})$	rad	Codificado c/complemento a dos
	M0	34	$\pi \times 2^{-33}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-33})$	rad	Codificado c/complemento a dos
Parámetros de reloj	aGf0	25	0,02	-292766,06	292766,06	m	
	aGf1	16	4×10^{-6}	-1,31072	1,31068	m/s	Codificado c/complemento a dos

Tabla B-114. Mensaje de tipo 40 de reloj, efemérides y matriz de covarianza SBAS 2

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				min.	Máx.		
Encabezado de mensaje	IODG	2	1	0	3	-	
Parámetros de órbita	l	$\frac{3}{3}$	$\pi \times 2^{-33}$	0	$\pi \times (1-2^{-33})$	rad	
	e	$\frac{3}{0}$	2^{-30}	0	$1-2^{-30}$	-	
	a	$\frac{3}{1}$	0.02	6370000	4931967.94	m	
Hora de efemérides SBAS	te	$\frac{1}{3}$	16	0	86384	s	La gama de codificación (0 a 131 056) supera la gama efectiva.
Parámetros de covarianza	Exponente de escala	3	1	0	7		
	E1,1	9	1	0	511	-	
	E2,2	9	1	0	511	-	
	E3,3	9	1	0	511	-	
	E4,4	9	1	0	511	-	
	E1,2	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos
	E1,3	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos
	E1,4	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos
	E2,3	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos
	E2,4	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos
E3,4	$\frac{1}{0}$	1	-512	511	-	Codificado como complemento a dos	
Parámetros de integridad	DFREI	4	1	0	15	-	
δ RCORR	Factor de escala RCORR	3	1/8	1/8	1	-	
Extra	Extra	1	1	0	1	-	

DFREI y δ RCORR están definidos en el numeral 3.4.11.2.

Toda la demás información se define en el numeral 3.4.11.5.

Tabla B-115. Mensaje de tipo 42 de desplazamientos horarios GNSS

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Parámetros UTC comunes	AISNT	24	2^{-50}	$-2^{23} \cdot 2^{-50}$	$(2^{23}-1) \cdot 2^{-50}$	s/s	Coefficiente de deriva de la escala de tiempo SBAS respecto a la escala de tiempo UTC (codificado como complemento a dos)
	AOSNT	35	2^{-33}	-2	$2 \cdot 2^{-33}$	s	Coefficiente de sesgo de la escala de tiempo SBAS respecto a la escala de tiempo UTC (codificado como complemento a dos)
	tot	8	3600	0	601200	s	La gama de codificación (0 a 918000) de la hora de la semana usada como dato de referencia horaria supera la gama efectiva.
	WNt	8	1	0	255	semana	Número de semana usado como dato de referencia horaria
	DtLS	8	1	-128	127	s	Cuenta actual o anterior de segundos intercalares (codificado como complemento a dos)
	WNLSF	8	1	0	255	semana	Segundo intercalar número de semana usado como referencia
	DN	3	1	1	7	día	Número del día de referencia del segundo intercalar El desplazamiento es 0 y la gama de codificación (0 a 7) supera la gama efectiva. El código 1 corresponde al DN 1.
	DtLSF	8	1	-128	127	s	Cuenta actual o futura de segundos intercalares (codificado como complemento a dos)
Parámetros del período de validez	Identificador de norma UTC	4	1	0	15	-	Identificador de norma UTC
	Estado de desplazamiento respecto de UTC	1	1	0	1	-	Estado de validez del desplazamiento por conversión de SNT a UTC
	TO Wap p	8	3600	0	601200	s	Hora de la semana que sirve de referencia para el período de validez La gama de codificación (0 a 918000) supera la gama efectiva.
	WN app	1	1	0	1	-	Número de semana usado como referencia del período de validez respecto a WNt
Extra	VP	3	1	0	7	A	Duración del período de validez
	Extra	97	1	-	-	-	

Tabla B-116. Almanagues de satélite SBAS de tipo 47

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Encabezado SBAS I	Posición orbital delta	6	1	1	39	-	El desplazamiento es 0 y la gama de codificación (0 a 63) supera la gama efectiva. El código 1 corresponde a la posición orbital delta 1. Véase la tabla B-102
	ID de proveedor de SBAS	5	1	0	31	-	
	Indicador transmitido	1	-	-	-	-	
Parámetros keplerianos de SBAS I	a	16	650	6370000	48967750	m	
	e	8	2^{-8}	0	0.99609375	-	
	l	13	$\pi \times 2^{-13}$	0	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	
	ω	14	$\pi \times 2^{-13}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	Codificado como complemento a dos
	Ω_0	14	$\pi \times 2^{-13}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	(Codificado como complemento a dos)
	$\dot{\Omega}$	8	1×10^{-9}	-1.28×10^{-7}	1.27×10^{-7}	rad/s	(Codificado como complemento a dos)
	M_0	15	$\pi \times 2^{-14}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-14})$	rad	(Codificado como complemento a dos)
t_a	6	1800	0	84 600	s	La gama de codificación (0 a 113400) supera la gama efectiva.	
Encabezado SBAS II	Posición orbital delta	6	1	0	39	-	La gama de codificación (0 a 63) supera la gama efectiva. El código 1 corresponde a la posición orbital delta 1. Véase la tabla B-102
	ID de proveedor de SBAS	5	1	0	31	-	
	Indicador transmitido	1	-	-	-	-	
Parámetros keplerianos de SBAS II	a	16	650	6 370 000	48 967 750	m	
	e	8	2^{-8}	0	0.99609375	-	
	l	13	$\pi \times 2^{-13}$	0	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	
	ω	14	$\pi \times 2^{-13}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	(Codificado como complemento a dos)
	Ω_0	14	$\pi \times 2^{-13}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-13})$	rad	(Codificado como complemento a dos)
	$\dot{\Omega}$	8	1×10^{-9}	-1.28×10^{-7}	1.27×10^{-7}	rad/s	(Codificado como complemento a dos)
	M_0	15	$\pi \times 2^{-14}$	$-\pi$	$\pi \times (1-2^{-14})$	rad	(Codificado como complemento a dos)
	t_a	6	1800	0	84 600	s	La gama de codificación (0 a 113400) supera la gama efectiva.
Reinicios de cuenta de WN	WNROcuenta	4	1	0	15	-	15 significa que el parámetro es inválido.

Los identificadores de proveedor de servicio SBAS se definen en el numeral 3.4.11.5.

Todos los demás parámetros se definen en el numeral 3.4.11.7.

Tabla B-118. Mensaje nulo de tipo 63 radiodifundido en L5

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	Máx.		
Reservado	Reservado	216	-	-	-	-	

El mensaje nulo se usa como mensaje de relleno si no hay otros mensajes disponibles para radiodifundir en el intervalo de tiempo de un segundo.

Tabla B-119. Intervalos de expiración de los datos en los mensajes de L5

Datos	Tipos de mensaje	Intervalo máximo de actualización	Expiración en ruta, terminal, aprox. No de precisión	Expiración aprox. De precisión, con guía vertical
"No utilizar"	0	6 s	N/A	N/A
Máscara de satélite	31	120 s	600 s	600 s
DFREI o DFRECI	32	6 s	18 s	12 s
	34	6 s	18 s	12 s
	35	6 s	18 s	12 s
	36	6 s	18 s	12 s
	40	6 s	18 s	12 s
Correcciones de efemérides-reloj y matriz de covarianza	32	0.5x(lvalid)32 s por satélite corregido	1.5x(lvalid)32	(lvalid)32
Reloj, efemérides y matriz de covarianza	39	0.5x(lvalid)39/40 s	1.5x(lvalid)39/40	(lvalid)39/40
SBAS	40			
Parámetros de degradación	37	120 s	600 s	600 s
Tabla de escala DFREI	37	120 s	600 s	600 s
Identificador de referencia horaria	37	120 s	600 s	600 s
Identificador de proveedor de servicio	47	120 s	600 s	600 s
SBAS Desplazamiento por conversión de SNT a UTC	42	240 s	Nota 3	Nota 3

Los intervalos de expiración se definen a partir de la hora de llegada del último bit del mensaje al puerto de antena del receptor.
Para los demás parámetros del mensaje de tipo 47, no hay más requisitos de expiración que los enumerados arriba.
La información sobre desplazamiento por conversión de SNT a UTC del mensaje de tipo 42 expira según se define en 3.4.11.6 tomando en cuenta los parámetros Wnapp, TOWapp y VP.

3.4.14 Elementos SBAS DFMC ajenos a la aeronave.

Los parámetros mencionados en esta sección se definen en el numeral 3.5.11.

3.4.14.1 Generalidades.

3.4.14.1.1 Datos e intervalos de radiodifusión requeridos. El SBAS radiodifundirá los datos requeridos para las funciones habilitadas que se describen en el numeral 3.7.3.4.2, como se muestra en la tabla B-120.

El SBAS puede radiodifundir mensajes nulos (mensajes de tipo 63) para rellenar los intervalos de tiempo en los que no se radiodifunde ningún otro dato.

3.4.14.1.1.1 Todos los datos que radiodifunde SBAS, se necesiten o no para una función particular, se ajustarán a los requisitos de actualización de la tabla B-120.

Tabla B-120. Intervalos de radiodifusión de datos en L5 y funciones habilitadas

Tipo de datos	Intervalo máximo de radiodifusión	Telemetría a por SBAS DFMC	Corrección diferencial al libre de ionosfera	Tipos de mensaje
"No utilizar"	6 s			0
Correcciones de errores de efemérides-reloj y datos de matriz de covarianza	0.5x(ivalid)32 s por satélite corregido		R	32
Máscara de satélites SBAS	120 s	R	R	31
Información de integridad (DFREI y opcionalmente DFRECI)	6 s	R	R	32, 34, 35, 36 y 40
Correcciones de efemérides-reloj y datos de matriz de covarianza SBAS	0.5x(ivalid)39/40 s	R		39 y 40
OBAD, tabla de escala DFREI e identificador de referencia horaria	120 s	R	R	37
Parámetros de datos de almanaque SBAS, indicador de radiodifusión e ID de proveedor de servicio SBAS	120 s	R	R	47
Desplazamiento por conversión de SNT a UTC	240 s			42

"R" significa que deben radiodifundirse los datos para habilitar la función.

La información de integridad incluye el DFRECI únicamente si se radiodifunde el mensaje de tipo 34, de lo contrario solo incluye el DFREI.

3.4.14.1.2 Supervisión de la radiofrecuencia en SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la tabla B-121 y ejecutará la acción indicada.

3.4.14.1.3 "No utilizar". El SBAS radiodifundirá un mensaje de "No utilizar" (mensaje de tipo 0) cuando se necesite informar a los usuarios que no deben usar los datos radiodifundidos por el satélite SBAS en L5 y función telemétrica de doble frecuencia.

3.4.14.1.4 Desplazamiento Doppler en el satélite SBAS. El desplazamiento Doppler de la señal del satélite SBAS que se observa en un emplazamiento fijo dentro de la proyección de cualquier satélite no será mayor a:

- a) ± 337 Hz para la señal de un satélite GEO; y
- b) ± 7 kHz para la señal de cualquier otro satélite.

3.4.14.1.5 Parámetros de efemérides SBAS. Al radiodifundir parámetros de efemérides, cada satélite SBAS radiodifundirá parámetros de efemérides para sí mismo como se define en el numeral 3.4.11.5.

Tabla B-121. Supervisión de la radiofrecuencia SBAS L5

Parámetro	Referencia	Límite de alarma	Acción requerida (Nota 1)
Nivel de potencia de la señal	3.7.3.4.5.3 y	potencia mínima especificada	Mínima: detener la función de telemetría de SBAS DFMC.
	3.7.3.4.6.3	potencia máxima especificada	Máxima: detener la radiodifusión.
<i>(Nota 2)</i>			
Modulación	3.7.3.4.5.5 y 3.7.3.4.6.5	Monitor de distorsión de forma de onda	Detener la función de telemetría de SBAS DFMC.
Estabilidad de Frecuencia portadora	3.5.2.1 y 3.5.9.1	N/A <i>(Nota 3)</i>	Detener la función de telemetría de SBAS DFMC a menos que σ^2_{DFRE} refleje error.
Coherencia de código/frecuencia	3.5.2.4 y 3.5.9.4.2	N/A <i>(Nota 3)</i>	Detener la función de telemetría de SBAS DFMC a menos que σ^2_{DFRE} refleje error.
Desviación máxima de fase de código	3.5.2.6 y	N/A	Detener la función de telemetría de SBAS DFMC
	3.5.9.6	<i>(Notas 2 y 3)</i>	a menos que σ^2_{DFRE} refleje error.
Codificación convolucional y bi-binaria	3.5.2.9 y 3.5.9.9	Todos los mensajes transmitidos son erróneos	Cesar radiodifusión.

1.- Los parámetros de supervisión que requieren "detener la función de telemetría de SBAS DFMC" solo se requieren para los satélites SBAS que proporcionan servicio de telemetría SBAS DFMC. El cese de la función telemétrica se logra radiodifundiendo un DFREI de "No utilizar con SBAS" para ese satélite SBAS.

2.- Estos parámetros pueden supervisarse mediante su impacto en la calidad de la señal recibida (impacto C/N_0), puesto que es el impacto en el usuario.

3.- No se especifican los límites de alarma porque el error inducido es aceptable, a condición de que esté representado en el parámetro σ^2_{DFRE} . Si no puede representarse el error, debe cesar la función telemétrica.

3.4.14.1.5.1 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro horario T_e de las efemérides SBAS incluido en el mensaje de tipo 40 esté ubicado entre -43 200 s y +43 199 s del tiempo de radiodifusión y se ajuste para compensar el paso de un día al otro.

T_e se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.4.14.1.6 Datos de almanaque. Cada satélite SBAS transmitirá datos de almanaque como se define en el numeral 3.5.11.7 para todos los satélites SBAS del mismo proveedor de servicios.

3.4.14.1.6.1 El error de la posición estimada del satélite que se deriva de un mensaje de tipo 47 transmitido dentro de los 15 minutos precedentes respecto de la posición verdadera del satélite no excederá los 3 000 km.

3.4.14.1.6.2 El error en la predicción del desplazamiento Doppler que se calcula a partir del mensaje de tipo 47 no excederá de ± 337 Hz para un período de siete días a partir de la radiodifusión del mensaje de tipo 47.

Los receptores SBAS pueden fiarse de esta precisión de almanaque por un período de siete días a partir de la recepción del mensaje de almanaque. Corresponde al receptor realizar los ajustes necesarios por el paso de un día a otro o una semana a otra, ya que la hora de referencia del almanaque se expresa únicamente en segundos del día.

3.4.14.1.6.3 Si con el mensaje de tipo 47 se proporciona solamente un almanaque de satélite SBAS, los bits entre 118 y 225 asignados al segundo almanaque de satélite SBAS se codificarán con valor "0".

3.4.14.1.6.4 El SBAS fijará el indicador de radiodifusión en "1" para el satélite SBAS que radiodifunde el mensaje de tipo 47 y en "0" para todos los demás satélites SBAS.

3.4.14.1.6.5 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el ID de proveedor de servicio SBAS sea correcto usando en los mensajes de tipo 47 el valor que tenga asignado en la tabla B-65.

3.4.14.1.6.6 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro horario T_a del almanaque SBAS incluido en el mensaje de tipo 47 esté ubicado entre -43 200 s y +43 199 s del tiempo de radiodifusión y esté ajustado para reflejar el paso de un día al otro.

T_a se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.4.14.2 Función telemétrica. Si un SBAS proporciona una función telemétrica SBAS DFMC, también cumplirá los requisitos que figuran en esta sección.

3.4.14.2.1 Requisitos de actuación.

Véase el numeral 3.7.3.4.3.

3.4.14.2.2 Datos de función telemétrica. El SBAS radiodifundirá los parámetros de efemérides, matriz de covarianza y valor de DFREI únicamente para el satélite SBAS que radiodifunde mediante los mensajes de tipo 39 y 40, ambos vinculados por sus IODG.

3.4.14.2.3 IODG activa. El SBAS no tendrá más de tres IODG activas. Una IODG activa corresponde a un parámetro de IODG radiodifundido en los mensajes de tipo 39 o 40 que no han expirado de acuerdo con la tabla B-119.

3.4.14.3 Función de corrección diferencial libre de ionosfera. Si un SBAS proporciona una función de corrección diferencial libre de ionosfera, también cumplirá los requisitos que figuran en esta sección.

3.4.14.3.1 Actuación de la corrección diferencial libre de ionosfera.

3.4.14.3.1.1 Para las aplicaciones en ruta, de terminal y de aproximación que no es de precisión, dada una combinación válida de datos activos, la probabilidad de error horizontal que supere el HPL (que se define en el numeral 3.4.12.5) durante más de ocho segundos consecutivos será inferior a 10^{-7} en una hora cualquiera, tomando por supuesto un usuario con latencia cero.

3.4.14.3.1.2 Dada una combinación válida de datos activos, la probabilidad de una condición fuera de tolerancia (por ej., un error horizontal superior al HPL o un error vertical superior al VPL, como se definen en el numeral 3.4.12.5) con un tiempo hasta la alerta de más de 5.2 segundos consecutivos será inferior a 2×10^{-7} durante una aproximación, tomando por supuesto un usuario con latencia cero.

3.4.14.3.1.3 Cuando el SBAS detecta que la probabilidad de que el error exceda el nivel de protección es más alta que el riesgo de integridad exigido para una de las operaciones SBAS, la información de alerta (pasar a un valor más alto de DFRE o "No utilizar con SBAS") que se transmite en los mensajes de tipo 32, 34, 35, 36 o 40 se repetirá tres veces seguidas después de la notificación inicial del estado de alerta, totalizando cuatro veces en cuatro segundos.

También puede enviarse el mensaje de tipo 0 cuatro veces seguidas para indicar una condición de alerta.

Son datos activos los datos que no han expirado según lo indicado en el numeral 3.5.15.1.4.2. Este requisito comprende las fallas de una o más constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Los mensajes subsiguientes pueden transmitirse a la velocidad normal de actualización.

3.4.14.3.2 Máscara de satélites SBAS y expedición de datos – máscara (IODM). El SBAS radiodifundirá una máscara de satélites SBAS y una IODM (mensaje de tipo 31). Los valores de posición orbital de satélites indicarán si se están proporcionando o no datos para cada satélite GNSS.

3.4.14.3.2.1 El SBAS cambiará la IODM cuando se produzca un cambio en la máscara de satélites SBAS, aumentando por 1 el último valor transmitido del Módulo 4 de IODM.

3.4.14.3.2.2 La IODM en los mensajes de tipo 34, 35 y 36 será igual a la IODM transmitida en el mensaje de máscara de satélites (mensaje de tipo 31) que se use para identificar los satélites para los que se proporcionen datos en esos mensajes.

3.4.14.3.2.3 El SBAS no tendrá más de dos IODM activas. Una IODM activa corresponde a una máscara de satélites transmitida en un mensaje de tipo 31 que no ha expirado de acuerdo con la tabla B-119.

3.4.14.3.3 Correcciones de errores de efemérides-reloj y matriz de covarianza.

3.4.14.3.3.1 Excepto por el satélite SBAS que radiodifunde, el SBAS radiodifundirá correcciones de reloj y efemérides y matriz de covarianza (mensaje de tipo 32) para cualquier satélite en la máscara de satélites SBAS (es decir, cuyo número de posición orbital sea igual a "1") cuando el SBAS tenga un DFREI con valor entre 0 y 14.

El mensaje de tipo 39/40 proveniente del satélite que radiodifunde no necesita otras correcciones, por lo que dicho satélite SBAS radiodifusor no enviará datos de corrección para sí mismo.

3.4.14.3.3.2 El SBAS radiodifundirá datos de corrección de reloj y efemérides y de matriz de covarianza con una expedición de datos – navegación (IODN) que coincida con los datos de reloj y efemérides provenientes de los satélites GNSS que se estén corrigiendo (IOD). El valor de IODN se derivará de las IOD de los datos de reloj y efemérides de los satélites GNSS, como se describe en 3.5.11.2.

3.4.14.3.3.3 Para que todos los usuarios de SBAS puedan capturar los nuevos datos de GNSS cuando los satélites GNSS transmitan los nuevos datos válidos de reloj y efemérides, el SBAS seguirá radiodifundiendo correcciones y matrices de covarianza relativas a los datos de reloj y efemérides viejos durante:

- a) 120 a 240 segundos para GP5;
- b) 150 a 320 segundos para GLONASS;
- c) 150 a 350 segundos para Galileo; y
- d) 120 a 300 segundos para BDS.

Al hablar de “datos válidos de reloj y efemérides” lo que quiere decirse es que la información transmitida por los satélites GNSS está de acuerdo con el documento de control de interfaz (ICD) de su señal, con la norma de actuación y con los SARPS.

3.4.14.3.3.4 Para los satélites que no sean SBAS, el SBAS solamente radiodifundirá un mensaje de tipo 32 para un satélite cuando haya supervisado los datos de efemérides y reloj de ese satélite ininterrumpidamente durante 300 segundos como mínimo.

La IOD definida en el numeral 3.4.11.2 incluye la comparación de la IODE de LNAV GPS con los ocho LSB de la IODC de LNAV GPS. Los datos de efemérides y reloj se derivan del mensaje de navegación de la constelación principal que es objeto de actualización proveniente del SBAS DFMC, como se menciona en el numeral 3.5.11.1.

3.4.14.3.3.5 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro de tiempo de aplicabilidad de la corrección incluido en el mensaje de tipo 32 esté ubicado entre -43 200 s y +43 199 s de la hora de radiodifusión y esté ajustado para reflejar el paso de un día al otro.

T_D se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.4.14.3.4 Datos de integridad. Para cada satélite en la máscara de satélites SBAS, el SBAS radiodifundirá información de DFREI usando los parámetros de DFREI o DFRECI, la matriz de covarianza, el exponente de escala y los parámetros de degradación de forma de cumplir el requisito de integridad del numeral 3.4.14.3.1. Si las correcciones exceden la gama de codificación, o si no es posible determinar σ^2_{DFC} (como se describe en 3.4.12.4.1), entonces el SBAS indicará que el satélite no es adecuado para la determinación de la posición por SBAS (“No usar con SBAS”).

El receptor de SBAS aplicará el DFRECI a su DFREI activo actual, que puede ser cualquier DFREI activo transmitido.

3.4.14.3.4.1 El SBAS proporcionará información de DFREI directamente a través del parámetro del DFREI o indirectamente por el parámetro DFRECI, para que se pueda calcular el valor σ_{DFRE} (como se define en el numeral 3.5.11.4) para el satélite en la máscara de satélites que el SBAS supervisa con mensajes de tipo 34, 35 o 36 cada seis segundos como mínimo.

3.4.14.3.4.1.1 Al usar un mensaje de tipo 34, el SBAS transmitirá como máximo siete DFRECI con valor "1".

En lugar de transmitir los valores de DFREI actualizados en el mensaje de tipo 34, el SBAS puede usar algunos DFRECI con valor "2" o "3" para modificar los DFREI en más de siete satélites sin dejar de usar el mensaje de tipo 34. También puede usarse un mensaje de tipo 35 o 36 en lugar de los mensajes de tipo 34 para proporcionar más valores actualizados de DFREI.

Los DFRECI siguen el orden del índice de posición orbital de satélite aumentado que se deriva del mensaje de tipo 31 con una IODM coincidente.

3.4.14.3.4.1.2 Cuando use un mensaje de tipo 34 con un DFRECI de valor "1", el SBAS radiodifundirá los nuevos valores de DFREI en el orden correspondiente al orden de DFRECI con valor "1" en todo el campo de DFRECI. El nuevo valor de DFREI se aplicará al índice de posición orbital de satélite aumentado del correspondiente valor de DFRECI fijado en "1".

3.4.14.3.4.2 El SBAS dará un valor de "15" a cualquier DFREI que aparezca en el campo de datos de los mensajes de tipo 35 y 36, y que corresponda a un número de posición orbital de satélite no fijado en la máscara.

3.4.14.3.4.2.1 Cuando use un mensaje de tipo 34, el SBAS le asignará el valor "3" a las posiciones orbitales de DFRECI que superen el índice máximo de posición orbital del satélite aumentado.

3.4.14.3.4.2.2 Si en un mensaje de tipo 34 el número N de DFRECI de valor "1" es inferior a siete, los últimos valores 7-N de DFREI de dicho mensaje se fijarán en un valor de "15".

3.4.14.3.4.3 Cuando use un mensaje de tipo 34, el SBAS transmitirá un DFRECI de valor "3" ("No utilizar con SBAS") en lugar de transmitir un DFRECI de valor "2" ("DFREI aumentado por uno") si el DFREI activo más reciente tuviera un valor de "14" y el correspondiente valor de DFRE ya no fuera adecuado para mantener la integridad como se indica en el numeral 3.4.14.3.1.

3.4.14.3.4.4 El SBAS enviará (IVALID)32 y (IVALID)39/40 en los mensajes de tipo 37 correspondientes a los intervalos de tiempo durante los cuales se puedan usar los datos de integridad de los mensajes de tipo 32 y 39/40.

Estos intervalos de tiempo se miden desde la hora de llegada del último bit del mensaje de tipo 32 o el último bit del último mensaje de los mensajes en par de tipo 39/40 que se reciban en el puerto de antena del receptor de SBAS.

3.4.14.3.4.5 El requisito de integridad del numeral 3.4.14.3.1 se aplicará durante toda la actualización de los parámetros en el mensaje de tipo 37.

Se prevé que muy rara vez se modifique la tabla de escala de DFREI durante la vida de un SBAS.

3.4.14.3.4.5.1 Para cada DFREI, el valor σ_{DFRE} será siempre superior al valor de σ_{DFRE} especificado para el DFREI inferior en la tabla de escala del mensaje de tipo 37.

3.4.14.3.5 Datos viejos pero activos (OBAD). El SBAS radiodifundirá los parámetros de OBAD (mensaje de tipo 37) que sean necesarios para que se cumpla el requisito de integridad del numeral 3.4.14.3.1.

3.4.14.3.6 Datos de temporización.

3.4.14.3.6.1 El SBAS indicará en qué referencia horaria está alineada la SNT del SBAS DFMC usando el campo de identificador de referencia horaria del mensaje de tipo 37.

3.4.14.3.6.2 Si un SBAS proporciona la información de $WNRO_{\text{cuenta}}$ con un parámetro que no está fijado permanentemente en "15", el SBAS supervisará el reinicio de número de semana actualizando la cuenta de reinicio de número de semana ($WNRO_{\text{cuenta}}$) en el mensaje de tipo 47 para la constelación GNSS identificada en el identificador de referencia horaria del mensaje de tipo 37.

La cuenta de reinicio del número de semana se usa para resolver la posible ambigüedad del valor de número de semana transmitido a través de los datos de navegación GNSS. En el numeral 3.4.11.7 puede encontrarse información sobre la hora de referencia por constelación para calcular la $WNRO_{\text{cuenta}}$.

3.4.14.3.6.3 Si se radiodifunde un mensaje de tipo 42, el SBAS proporcionará información para derivar el desplazamiento por conversión de SNT a UTC de acuerdo con la información establecida en el parámetro de VP.

El SBAS puede usar el parámetro de estado de desplazamiento respecto a UTC para dejar sin efecto información transmitida previamente.

3.4.14.3.6.4 Si se radiodifunde un mensaje de tipo 42 y el SBAS no puede radiodifundir el desplazamiento por conversión de SNT a UTC, el SBAS transmitirá todos los parámetros del campo de parámetros comunes con todos los bits puestos en cero, excepto por el identificador de norma UTC que se codificará con valor "7".

3.4.14.4 Supervisión.

3.4.14.4.1 Supervisión de la radiofrecuencia en SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la tabla B-121 y ejecutará la acción indicada.

Además de los requisitos de supervisión de radiofrecuencias de esta sección, será necesario hacer arreglos especiales para supervisar la aceleración de pseudodistancia especificada en el numeral 3.7.3.4.3.5, el ruido de fase portadora especificado en el numeral 3.4.9.2 y la pérdida de correlación especificada en el numeral 3.4.9.5, a menos que el análisis y las pruebas muestren que estos parámetros no pueden exceder los límites establecidos.

3.4.14.4.2 Supervisión de datos. El SBAS supervisará las señales telemétricas de GNSS para cerciorarse de que los datos activos cumplan los requisitos del numeral 3.4.14.3.1.

3.4.14.4.2.1 El subsistema de tierra fijará los principales picos de correlación de las señales rastreadas que el SBAS usa para la aumentación.

3.4.14.4.2.2 El subsistema de tierra se cerciorará de que los datos transmitidos delimiten el error residual para receptores de a bordo de acuerdo con las limitaciones de diseño de los receptores de SBAS DFMC definidas en el numeral 3.4.15.1.1.3 al encontrarse con las distorsiones de señales GNSS.

El receptor de SBAS fija el pico de correlación principal de la señal rastreada según lo requerido en 3.5.15.1.5.

3.4.14.4.2.3 La acción de supervisión consistirá en dar a DFRE un valor más alto o fijarlo en "No utilizar con SBAS" para ese satélite.

3.4.14.4.2.4 El SBAS supervisará todos los datos activos que cualquier usuario pueda usar dentro del área de cobertura.

3.4.14.4.2.5 El SBAS generará una alerta dentro de un lapso de 5.2 segundos si se produce una combinación de datos activos y señales en el espacio GNSS que provoque un error de posición horizontal o vertical superior al HPL o VPL, respectivamente (de acuerdo con el numeral 3.4.14.3.1).

La supervisión se aplica a todas las condiciones de falla, incluidas las fallas en la o las constelaciones principales de satélites o en los satélites SBAS. La supervisión toma por supuesto que el elemento de aeronave cumple los requisitos del numeral 3.5.15.

3.4.14.4.3 Supervisión de IOD. El SBAS actuará como corresponda para garantizar la integridad de la información transmitida cuando la IODN activa que se describe en el numeral 3.4.11.2 pueda vincularse a más de una efeméride válida.

Son datos activos los datos que no han expirado según lo indicado en la tabla B-119. Este requisito comprende las fallas de una o más constelaciones principales de satélites y del SBAS.

En 3.4.15.1.4.8 se da información adicional sobre las correcciones que aplica el receptor SBAS y puede usarse para evaluar el tiempo durante el cual el SBAS puede considerar una desalineación entre la IODN y la constelación principal.

3.4.14.5 Resistencia a las fallas de una o más constelaciones. El SBAS seguirá proporcionando sus servicios tras el retiro de uno o múltiples satélites, o de una constelación principal entera.

Se supone que los sistemas SBAS sigan funcionando al producirse fallas o anomalías en uno o varios satélites o la falla de una constelación principal entera. El nivel de servicio proporcionado se va degradando a medida que se retiran más satélites. El retiro de un satélite con fallas o disfuncional no afecta la capacidad de supervisar y corregir otros satélites.

3.4.15 Elementos SBAS DFMC de aeronave.

Los parámetros a los que se hace referencia en esta sección están definidos en el numeral 3.4.11.

Todos los receptores SBAS procesan señales de satélites SBAS GEO; el procesamiento de señales provenientes de otros satélites es opcional.

3.4.15.1 Receptor GNSS con capacidad SBAS DFMC.

3.4.15.1.1 Receptor GNSS con capacidad SBAS DFMC. Salvo que se señale específicamente, el receptor GNSS con capacidad SBAS DFMC procesará las señales del SBAS y cumplirá los requisitos aplicables a las constelaciones principales que rastrea y que se especifican en el numeral 3.1.1.3.1 (receptor GPS). Las mediciones de pseudodistancia para cada satélite se adaptarán usando mediciones de portadora y el filtro que se define en el numeral 3.4.1.1. con los siguientes valores observables de pseudodistancia:

$P_{1,k}$ es la medición cruda de pseudodistancia en metros de L1 C/A o L1Ocd o E1-C o B1C_piloto o SBAS L1;

$P_{2,k}$ es la medición cruda de pseudodistancia en metros de L5-Q o L3Ocd o E5a-Q o B2a_piloto o SBAS L5;

$\varphi_{1,k}$ es la medición acumulada cruda de fase portadora en metros de L1 C/A o L1Ocd o E1-C o B1C_piloto o SBAS L1;

$\varphi_{2,k}$ es la medición acumulada cruda de fase portadora en metros de L5-Q o L3Ocd o E5a-Q o B2a_piloto o SBAS L5;

$\gamma_{12} = (f_1/f_2)^2$ es la relación del cuadrado de la frecuencia, donde f_1 es L1 C/A o L1OCd o E1-C o B1C_piloto o SBAS L1 y f_2 es L5-Q o L3OCd o E5a-Q o B2a_piloto o SBAS L5; y

α es la función de ponderación del filtro, que se define como sigue: transcurridos 100 segundos desde la inicialización del filtro, α será igual al intervalo de muestra en segundos dividido por la constante de tiempo de 100 segundos. En los primeros 100 segundos desde la inicialización del filtro, α será igual al intervalo de muestra en segundos dividido por el tiempo en segundos desde la inicialización del filtro.

3.4.15.1.1.1 El receptor procesará las señales aumentadas de la siguiente forma:

- Para GPS: el receptor usará una réplica de BPSK (1) para la señal L1 C/A y una réplica de BPSK (10) para la señal L5-Q. La posición del satélite y el reloj del satélite se basarán en las efemérides contenidas en el mensaje LNAV en L1. Se aplicará la corrección por retardo de grupo contenida en el mensaje LNAV en L1;
- Para GLONASS: el receptor usará una réplica de BPSK (1) para la señal L1OCd y una réplica de BPSK (10) para la señal L3OCd. La posición del satélite y el reloj del satélite se basarán en las efemérides de las cadenas 10, 11 y 12 de L1OCd o L3OCd;
- Para Galileo: el receptor usará una réplica de BOC (1,1) para la señal E1-C y una réplica de BPSK (10) para la señal E5a-Q. La posición del satélite y el reloj del satélite se basarán en las efemérides contenidas en el mensaje F/LNAV en E5a; y
- Para BDS: el receptor usará una réplica de BOC (1,1) para la señal B1C_piloto y una réplica de BPSK (10) para la señal B2a_piloto. La posición de satélite y el reloj de satélite se basarán en las efemérides del mensaje B-CNAV2 en B2a.

3.4.15.1.1.2 La corrección de la hora del satélite ($\Delta_{TSV,i}$) para el satélite i que se define en el numeral 3.5.12.4 se calculará usando la siguiente información:

- Para GPS: la corrección del reloj del satélite $\Delta_{TSV,i}$ se calculará como se describe en el numeral 3.1.1.2.1.2 tomando en cuenta la corrección por retardo de grupo transmitida en el mensaje LNAV;
- Para GLONASS: la corrección del reloj del satélite $\Delta_{TSV,i}$ se calculará como se describe en el numeral 3.1.2.2.2;
- Para Galileo: la corrección del reloj del satélite $\Delta_{TSV,i}$ se calculará como se describe en el numeral 3.1.3.2.2;
- Para BDS: la corrección del reloj del satélite $\Delta_{TSV,i}$ se calculará como se describe en el numeral 3.1.4.2.2.1; y
- Para el satélite telemétrico SBAS: la corrección del reloj del satélite $\Delta_{TSV,i}$ se calculará con la expresión $\Delta_{t,sv,ii} = a_{Cf10} + a_{Cf11} \Delta t$, tomando a_{Cf10} y a_{Cf11} de la transmisión del mensaje de tipo 39 y Δt como se define en el numeral 3.4.12.3.1.

3.4.15.1.1.3 Limitaciones de diseño de los elementos SBAS DFMC de aeronave.

3.4.15.1.1.3.1 Para procesar las señales L1, L5, E1, E5a, B1C y B2a, el elemento de aeronave se ajustará a las siguientes limitaciones:

- Anchura de banda de 3 dB entre 12 y 24 MHz centrada en torno a 1 575.42 MHz y 1 176.45 MHz;
- Retardo de grupo diferencial que no exceda de 150 ns;
- Discriminación temprano-tarde;
- Espaciado de correlacionador L1/E1/B1C entre 0.08 y 0.12 chips L1;
- Espaciado de correlacionador L5/E5a/B2a entre 0.9 y 1.1 chips L5;

- f) Atenuación de frecuencia de como mínimo 24 dB por octava hasta alcanzar la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestación en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en el numeral 3.6;
- g) Mantener la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestación en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en el numeral 3.6; y
- h) Filtrar las frecuencias del centro en torno a 1 575.42 MHz y 1 176.45 MHz en un rango de $\pm 10\%$ de la anchura de banda de 3 dB especificada en a).

Este requisito limita la totalidad de la instalación de la capacidad SBAS DFMC en la aeronave, y no solo el receptor SBAS DFMC.

El nivel de 0 dB corresponde a la respuesta normalizada del filtro en pico de banda.

3.4.15.1.3.2 Para procesar las señales L1=C y L3OC, el elemento de la aeronave respetará las siguientes limitaciones:

- a) Anchura de banda de 3 dB entre 12 y 24 MHz centrada en torno a 1 600.995 MHz y en torno a 1 202.025 MHz;
- b) Retardo diferencial de grupo no superior a 150 ns;
- c) Discriminador temprano-tarde;
- d) Espaciado de correlacionador L1OC entre 0.08 y 0.12 chips L1;
- e) Espaciado de correlacionador L3OC entre 0.9 y 1.1 chips L5;
- f) Atenuación de frecuencia de como mínimo 24 dB por octava hasta alcanzar la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestación en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en 3.6;
- g) Mantener la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestación en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en 3.6; y
- h) Filtrar las frecuencias del centro en torno a 1 600.995 MHz y 1 202.025 MHz en un rango de $\pm 10\%$ de la anchura de banda de 3 dB especificada en a).

El requisito limita la totalidad de la instalación de la capacidad SBAS DFMC en la aeronave, y no solo el receptor SBAS DFMC.

El nivel de 0 dB corresponde a la respuesta normalizada del filtro en pico de banda.

3.4.15.1.2 Adquisición de satélites SBAS GEO en L5. El receptor será capaz de adquirir y rastrear satélites GEO por los que un receptor estacionario en el emplazamiento del receptor del usuario experimentaría un desplazamiento Doppler de hasta ± 337 Hz.

3.4.15.1.3 Adquisición de otros satélites SBAS (no GEO) en L5. El receptor no habilitado para satélites SBAS GEO será capaz de adquirir y rastrear otros satélites (no GEO) por los que un receptor estacionario en el emplazamiento del receptor del usuario experimentaría un desplazamiento Doppler de hasta ± 7 Hz.

3.4.15.1.4 Condiciones de uso de los datos en L5.

3.4.15.1.4.1 El receptor utilizará datos de un mensaje SBAS únicamente si se ha verificado la CRC del mensaje.

3.4.15.1.4.2 El receptor usará la información transmitida en mensajes DFMC únicamente dentro del período de expiración que se define en la tabla B-119, comenzando a partir de la recepción del último bit del mensaje.

3.4.15.1.4.3 Al recibir un mensaje de tipo 0, el receptor dejará de usar todos los datos recibidos de esta señal que tengan intervalos de expiración definidos en la tabla B-119, excepto el identificador de proveedor de servicio SBAS, que únicamente podrá usarse para el proceso de adquisición de SBAS.

3.4.15.1.4.4 El receptor únicamente aplicará datos de integridad cuando la IODM de los correspondientes mensajes de tipo 34, 35 o 36 coincida con la IODM de un mensaje de tipo 31 activo.

3.4.15.1.4.5 El nuevo DFREI que se reciba sustituirá al anterior.

3.4.15.1.4.6 Requisitos del DFRECI

3.4.15.1.4.6.1 Al recibir un DFRECI = 0 o un DFRECI = 2, el receptor actuará como si hubiera recibido una copia nueva del último DFREI activo recibido en mensajes de tipo 32, 34, 35, 36 o 40.

3.4.15.1.4.6.2 Al recibir un DFRECI = 2, el equipo usará el último DFREI activo recibido en mensajes de tipo 32, 34, 35, 36 o 40 y el σ_{DFRE} que corresponda al DFREI activo aumentado por uno.

El efecto de recibir un DFRECI = 2 ("aumento del valor por 1") no es acumulativo.

3.4.15.1.4.6.3 Al recibir un DFRECI = 3, el receptor fijará el DFREI en 15 ("No utilizar con SBAS") y excluirá al satélite de la solución de posición SBAS.

Al recibir un DFRECI = 1, el receptor actualizará el valor de DFREI decodificando su lugar en el orden que tiene un DFRECI de valor "1" de mensaje de tipo 34 en todo el campo de DFRECI.

3.4.15.1.4.7 El receptor usará la tabla de DFREI hasta el último mensaje de tipo 37 decodificado para calcular σ_{DFRE} a partir de los DFREI recibidos.

3.4.15.1.4.8 Al recibir el mensaje de tipo 32 inicial válido aplicable a un satélite no SBAS en particular, el receptor invalidará para ese satélite los datos de reloj/efemérides que hubiera retenido y que contengan como mínimo un parámetro recibido por última vez más de cinco minutos antes de recibir el mensaje de tipo 32 inicial válido.

El "mensaje de tipo 32 inicial válido" es el primer mensaje de tipo 32 que se recibe cuando no hay ningún mensaje de tipo 32 activo de la señal L5 de SBAS que esté en uso.

3.4.15.1.4.9 El receptor aplicará los parámetros de efemérides y reloj, los parámetros de matriz de covarianza, los parámetros de OBAD y los parámetros de integridad según lo descrito en los numerales 3.4.12.4 y 3.4.12.5.

3.4.15.1.4.10 El receptor usará el contenido de los mensajes de tipo 39 y 40 únicamente cuando se hayan recibido esos tipos de mensaje que tengan la misma IODG y que no hayan expirado.

3.4.15.1.4.11 El receptor computará correctamente el cambio por reinicio de día y semana cuando se observe después del último mensaje de tipo 47 recibido.

3.4.15.1.4.12 El receptor solamente usará distancias de satélites con aumentación SBAS provenientes de satélites con ángulos de elevación de 5 grados o más en el cálculo de posición de SBAS DFMC.

3.4.15.1.4.13 El receptor solamente usará los datos de corrección, integridad y demás obtenidos de la señal L5 de un satélite SBAS individual, identificado por su código de PRN, para todos los satélites utilizados en la solución de posición.

Al usar satélites SBAS adicionales para telemetría, el receptor utiliza los parámetros de reloj y de efemérides del mensaje de tipo 39/40 proveniente del satélite o los satélites SBAS telemétricos, y la covarianza y los parámetros de integridad (p. ej., DFREI, ΔR_{CORR}) y el mensaje de tipo 32 del satélite SBAS que se está usando para las correcciones.

3.4.15.1.4.14 Antes de usarlo, el receptor verificará que el código de PRN SBAS rastreado coincida con el código de PRN derivado del campo de posición orbital delta en los datos de almanaque al recibir el mensaje de tipo 47 con el indicador transmitido de valor "1" o derivado del campo de posición orbital delta de un mensaje de tipo 39 activo.

3.4.15.1.4.15 En caso de pérdida de cuatro mensajes SBAS sucesivos, el receptor invalidará todos los DFREI y DFRECI recibidos previamente de este PRN SBAS.

3.4.15.1.4.16 El receptor comprobará que el parámetro t_D del mensaje de tipo 32, así como los parámetros t_a y t_{aGR0} del mensaje de tipo 39/40, estén dentro de la gama efectiva indicada en las tablas de mensajes en el numeral 3.4.13. Si la comprobación de gama efectiva arroja resultado insatisfactorio, se descartará el mensaje.

Los bits o campos de mensaje que figuren como "Reservados" o "Extra" podrán tener cualquier valor durante la vida útil del servicio SBAS.

3.4.15.1.5 El receptor de SBAS fijará el pico principal de correlación de cada una de las señales rastreadas que reciban aumentación del SBAS y se usen en la solución de posición SBAS.

3.4.15.2 Posición de satélite SBAS.

3.4.15.2.1 Cálculo de la posición a partir de las efemérides. Al utilizar la función de telemetría SBAS, el receptor decodificará los mensajes de tipo 39/40 y determinará la posición (X_G, Y_G, Z_G) del satélite SBAS usando el protocolo que se describe en el numeral 3.4.12.3.

3.4.15.2.2 Cálculo de la posición a partir del almanaque. Al calcular la posición del satélite SBAS con el mensaje de tipo 47, el receptor determinará la posición (X_G, Y_G, Z_G) del satélite SBAS usando el protocolo que se describe en 3.4.12.2.

3.4.15.3 Funciones diferenciales libres de ionosfera.

3.4.15.3.1 Función de estado de satélite GNSS. El receptor excluirá de la solución de posición SBAS aquellos satélites que estén identificados con la mención "No utilizar con SBAS".

En el caso de un satélite designado como marginal o disfuncional por las banderas de funcionalidad de la constelación o las constelaciones de satélites principales, el SBAS podrá transmitir correcciones de efemérides y reloj que permitan al usuario seguir usando el satélite siempre que se cumplan los requisitos de actuación del numeral 3.4.14.3.1.

Si en la solución de posición se usan satélites que el SBAS identifica con la mención "No utilizar con SBAS", SBAS no proporciona integridad.

3.4.15.3.2 Exactitud telemétrica de la constelación o las constelaciones principales de satélites para las aproximaciones de precisión. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución total de a bordo en régimen permanente al error de una pseudodistancia libre de ionosfera corregida será inferior o igual al valor de la tabla B-122 a la potencia mínima y máxima.

Tabla B-122. Exactitud telemétrica libre de ionosfera del receptor de un satélite de constelación principal para aproximaciones de precisión

	GPS Véase, el numeral 3.7.3.1.1.8.6	GLONASS	Galileo	BDS
Nivel de potencia mínima	0.4 m	0.65 m	0.4 m	0.4 m
Nivel de potencia máxima	0.3 m	0.3 m	0.3 m	0.3 m

3.4.15.3.3 El receptor utilizará el protocolo descrito en el numeral 3.4.12.4 para la solución de posición SBAS y para la diferencia horaria de las constelaciones si es más de una constelación que recibe aumentación de SBAS.

3.4.15.3.4 El receptor calculará los niveles de protección horizontal y vertical del SBAS definidos en los numerales 3.4.12.5 y 3.4.15.3.4.1 La varianza del error del receptor de a bordo $\sigma_{air,DF}^2$ para el satélite (i) se calculará así:

$$\sigma_{air,DF}[i] = \sigma_{ruido}^2[i] + \sigma_{MP\&AGDV,DF}^2[i]$$

Donde:

$\sigma_{ruido}^2[i]$ está definido en 3.4.15.3.2;

$\sigma_{MP\&AGDV,DF}^2$, el modelo de error por variación del retardo de grupo por multitrayectorias y antena para las mediciones en doble frecuencia libre de ionosfera con adaptación de 100 segundos, que se describe mediante una distribución normal con media cero y desviación normal de:

para GPS, Galileo, GLONASS y BDS: $\sigma_{MP\&AGDV,DF}^2[i] = 0.34 + 0.4 \exp(-(El_{gr}[i]/14^\circ)$ (en metros); y

Donde $El_{gr}[i]$ es el ángulo de elevación del satélite i (en grados).

Los modelos son válidos cuando el receptor está en régimen permanente.

3.4.15.3.4.2 Para las mediciones en doble frecuencia libre de ionosfera, la incertidumbre ionosférica residual se definirá así:

$$\sigma_{i,iono} = \frac{40.0}{261.0 + (El_{gr}[i])^2} + 0.018 \text{ (en metros)}$$

Donde $El_{gr}[i]$ es el ángulo de elevación del satélite i (en grados).

3.4.15.3.5 Los parámetros del bloque de datos SBAS FAS aplicables a los receptores SBAS DFMC serán los descritos en el numeral 3.4.8.4.2.6, excepto por el tipo de operación y el designador de actuación de aproximación, que serán como se describe a continuación:

Tipo de operación: procedimiento de aproximación directa u otros tipos de operación aplicables a los receptores SBAS DFMC.

Codificación: 0 = procedimiento de aproximación directa con SPID de 0 a 13.
 1 a 7 = libre (extra).
 8 = procedimiento de aproximación directa con SPID de 16 a 31.
 9 a 15 = libre (extra).

Designador de actuación de aproximación (APD): indicará el servicio SBAS que atiende los requisitos de acuerdo con la tabla 3.7.2.4-1 para la aproximación definida por el bloque de datos FAS, incluida la finalización de un análisis de la seguridad operacional de un sistema específico para la Categoría 1, si el límite de alerta vertical (VAL) del bloque de datos FAS es mayor de 10 m.

Codificación: 0 = servicio SBAS DFMC o SBAS L1.
 1 = servicio SBAS DFMC que proporciona aumentación a una o más constelaciones (no se da servicio a SBAS L1).
 2 = servicio SBAS DFMC que proporciona aumentación a dos constelaciones como mínimo (no se da servicio a SBAS L1).
 3 a 4 = Libre (extra).
 5 = servicio SBAS DFMC que proporciona aumentación a una o más constelaciones (SBAS L1 con continuidad/disponibilidad reducida).
 6 = servicio SBAS DFMC que proporciona aumentación a dos constelaciones como mínimo (SBAS L1 con continuidad/disponibilidad reducida).
 7 = Libre (extra).

El objetivo de los diferentes valores de código APD es comunicar posibles diferencias de actuación de los servicios SBAS en el lugar de aproximación según el número de frecuencias GNSS y el número de constelaciones aumentadas que se utilizan. Únicamente los receptores SBAS DFMC de a bordo usan el APD para seleccionar el modo de receptor de a bordo correcto para la operación de que se trate.

“No se da servicio a SBAS L1” significa que, para una aproximación de Categoría I, el servicio SBAS L1 en la región de aproximación no se ajusta a la evaluación de seguridad operacional del sistema específico para el VAL publicado.

“SBAS L1 con continuidad/disponibilidad reducida” significa que el servicio SBAS L1 en la región de aproximación no cumple los requisitos de disponibilidad o continuidad para la aproximación. Se puede recurrir a una integración adicional de elementos de aeronave para cumplir los requisitos de disponibilidad y continuidad para la aproximación. Corresponde al elemento de aeronave la responsabilidad de determinar la disponibilidad y continuidad de NSE en el dominio de posición SBAS usando integración adicional de elementos de aeronave, y de determinar además si tal disponibilidad y continuidad son adecuadas para la aproximación.

3.4.15.3.5.1 Para operaciones definidas por un bloque de datos FAS, el receptor determinará de la siguiente forma cuál es el identificador de proveedor de servicio SBAS (SPID) operativo a utilizar: si la operación es de tipo 0, el SPID operativo será el valor de SPID en el bloque de datos FAS; si es de tipo 8, será la suma de 16 y el valor de SPID en el bloque de datos FAS.

3.4.15.3.5.2 Para operaciones definidas por el bloque de datos FAS cuando el SPID operativo no es 15, el receptor seleccionará las señales SBAS con SPID activo decodificado de un mensaje de tipo 47 recibido que coincida con el SPID operativo determinado a partir del bloque de datos FAS (véase el numeral 3.4.15.3.5.1).

3.4.15.3.5.3 Para operaciones definidas por un bloque de datos FAS, el receptor usará el APD para determinar la combinación aceptable de servicio de navegación SBAS (es decir, SBAS DFMC y/o SBAS L1) y el número de constelaciones que se necesitan para posibilitar la operación que se pretende realizar.

3.4.15.3.5.4 Para operaciones definidas por un bloque de datos FAS con SPID operativo de 15 y APD de dos o seis, el receptor seleccionará los satélites SBAS que aumenten dos o más constelaciones que el receptor pueda usar.

Si el SPID operativo es 15 y el APD no es dos o seis, el receptor podrá seleccionar cualquier SBAS operativo (que no radiodifunda MT0).

3.4.15.4 Función telemétrica.

3.4.15.4.1 Exactitud telemétrica del satélite SBAS DFMC. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución total de a bordo en régimen permanente al error de una pseudodistancia libre de ionosfera corregida de un satélite telemétrico SBAS en doble frecuencia en las peores condiciones de interferencia ambiental según lo definido en 3.6, excluidos los errores residuales por efectos troposféricos e ionosféricos y de multitrayectoria, será inferior o igual a 0.8 metros al nivel mínimo de potencia de señal recibida o igual a 0.6 metros al nivel máximo de potencia de señal recibida en el numeral 3.7.3.4.6.3.

3.4.15.5 Función de temporización.

3.4.15.5.1 Si se deriva una hora UTC de un receptor SBAS a través de un mensaje de tipo 42, el receptor dará por expirada la información de conversión de SNT a UTC recibida previamente si el receptor decodifica un estado de desplazamiento respecto de UTC con valor 1.

3.4.15.5.2 Si se deriva una hora UTC de un receptor SBAS a través de un mensaje de tipo 42, el receptor no aplicará el contenido del mensaje de tipo 42 recibido si el identificador de norma UTC tiene valor 7.

El receptor podrá de todos modos usar la información recibida previamente si no hubiera expirado y si el estado de desplazamiento respecto de UTC tuviera valor 0 en el mensaje de tipo 42 recibido.

3.5 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).

3.5.1 Generalidades.

El GBAS constará de un subsistema de tierra y de un subsistema de aeronave. El subsistema de tierra GBAS proporcionará datos y correcciones para las señales telemétricas del GNSS por mediación de una radiodifusión de datos VHF digitales hacia el subsistema de aeronave. El subsistema de tierra GRAS constará de uno o más subsistemas de tierra GBAS.

3.5.1.1 Tipos de servicio GBAS. El subsistema de tierra GBAS prestará apoyo al servicio de determinación de la posición o al servicio de aproximación, o bien a ambos tipos de servicio.

Tipos de servicio se refiere a un conjunto coincidente de requisitos funcionales y de actuación de tierra y de aeronave que permite garantizar que el equipo de a bordo pueda lograr una performance de navegación cuantificable.

Las características de las instalaciones de tierra GBAS se especifican en la clasificación de las instalaciones GBAS (GFC). Muchos de los requisitos de actuación y funcionales del GBAS dependen de la GFC. Estos SARPS están organizados según los requisitos que se aplican a un determinado elemento de la clasificación de las instalaciones (es decir, la letra del tipo de servicio de aproximación de la instalación (FAST), la polarización de la instalación, etc.).

3.5.1.2 Todos los subsistemas de tierra GBAS cumplirán los requisitos de los numerales 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.6 y 3.5.7, a menos que se indique otra cosa. El subsistema de tierra FAST D cumplirá con todos los requisitos de FAST C, además de los requisitos específicos de FAST D.

3.5.2 Características RF.

3.5.2.1 Estabilidad de la frecuencia portadora. Se mantendrá la frecuencia portadora de la radiodifusión de datos en un entorno de $\pm 0.0002\%$ de la frecuencia asignada.

3.5.2.2 Codificación de bits a cambio fase. Se ensamblarán los mensajes GBAS en símbolos, cada uno de los cuales constará de 3 bits de mensaje consecutivos. El fin del mensaje se rellenará con uno o dos bits de relleno puestos a cero, si fuera necesario para formar el último símbolo de 3 bits del mensaje. Los símbolos se convertirán a desplazamiento de fase de portadora D8PSK ($\Delta\phi_k$), de conformidad con lo indicado en la Tabla B-123.

La fase de portadora para el k -ésimo símbolo (ϕ_k) está dada por: $\phi_k = \phi_{k-1} + \Delta\phi_k$. La señal D8PSK puede producirse, como se ilustra en la Figura B-19, al combinar dos señales RF de cuadratura cuya modulación de amplitud y cuya supresión de portadora se realicen en forma independiente y por medio de impulsos filtrados por la banda de base. Un aumento positivo en $\Delta\phi_k$ representa una rotación en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el plano complejo I-Q de la Figura B-29.

Tabla B-123. Codificación de datos

Bits de mensaje			Desplazamiento de fase de símbolos
I_{3k-2}	I_{3k-1}	I_{3k}	$\Delta\phi_k$
0	0	0	$0\pi/4$
0	0	1	$1\pi/4$
0	1	1	$2\pi/4$
0	1	0	$3\pi/4$
1	1	0	$4\pi/4$
1	1	1	$5\pi/4$
1	0	1	$6\pi/4$
1	0	0	$7\pi/4$

I_j es el j -ésimo bit de la ráfaga por transmitir, siendo I_1 el primer bit de la secuencia de acondicionamiento.

3.5.2.3 Forma de onda de modulación y filtros de forma de impulsos. La salida del codificador de fase diferencial se filtrará mediante un filtro de forma de impulsos cuya salida $s(t)$ se describe con la ecuación:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{k=\infty} e^{i\phi_k} h(t - kT)$$

Donde:

- h = la respuesta de impulsos del filtro de coseno elevado;
- ϕ_k = (según se define en el numeral 3.5.2.2);
- t = la hora; y
- T = la duración de cada símbolo = 1/10 500 segundos.

Este filtro de forma de impulsos tendrá una respuesta nominal de frecuencia compleja de un filtro de coseno elevado con $\alpha = 0.6$. La respuesta de tiempo, $h(t)$, y la respuesta de frecuencia, $H(f)$, de los filtros de banda de base serán los siguientes:

$$h(\tau) = \frac{\sin\left(\frac{\pi\tau}{T}\right) \cos\left(\frac{\pi\alpha\tau}{T}\right)}{\frac{\pi\tau}{T} \left[1 - \left(\frac{2\alpha\tau}{T}\right)^2\right]}$$

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{para } 0 \leq f < \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT - 1)\right)}{2} & \text{para } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1+\alpha}{2T} \end{cases}$$

La salida $s(t)$ del filtro de forma de impulsos modulará la portadora.

3.5.2.4 Magnitud del vector de error. La magnitud del vector de error de la señal transmitida será inferior a 6.5% de la media cuadrática.

3.5.2.5 Velocidad de transmisión de datos RF. La velocidad de transmisión de símbolos será de 10 500 símbolos por segundo $\pm 0.005\%$, lo que lleva a una velocidad nominal de transmisión de bits de 31 500 bits por segundo.

3.5.2.6 Emisiones en intervalos de tiempo no asignados. En cualesquiera condiciones de funcionamiento, la potencia máxima dentro de la anchura de banda de canal de 25 kHz, con centro en la frecuencia asignada, al medirse en cualquier intervalo de tiempo no asignado, no excederá de -105 dB por referencia a la potencia del transmisor autorizada.

Es posible que el valor de -105 dBc no sea suficiente para proteger la recepción de emisiones en un intervalo asignado a otro transmisor deseado en el caso de receptores que estén a menos de 80 metros de distancia de la antena transmisora no deseada.

Si la potencia del transmisor autorizada excede de 150 W, es posible que el valor de -105 dBc no sea suficiente para proteger la recepción de emisiones en un intervalo asignado a otro transmisor deseado en el caso de receptores que estén a menos de 200 metros de distancia de la antena transmisora no deseada.

3.5.3 Estructura de datos.

3.5.3.1 Temporización del transmisor.

3.5.3.1.1 Estructura de temporización para radiodifusión de datos. La estructura de temporización del acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) se basará en tramas e intervalos de tiempo. Cada trama tendrá una duración de 500 milisegundos. Habrá 2 de tales tramas incluidas en cada época UTC de 1 segundo. La primera de estas tramas se iniciará al principio de la época UTC y la segunda trama se iniciará 0.5 segundos después del principio de la época UTC. La trama estará multiplexada por subdivisión en el tiempo de forma tal que conste de 8 intervalos de tiempo particulares (A a H) de una duración de 62.5 milisegundos.

3.5.3.1.2 Ráfagas. Cada intervalo de tiempo asignado constará como máximo de 1 ráfaga. Para iniciar el uso de un intervalo de tiempo, el CBAS radiodifundirá una ráfaga en ese intervalo de tiempo en cada una de las 5 tramas consecutivas. Para cada intervalo de tiempo que se esté utilizando, el subsistema de tierra difundirá una ráfaga por lo menos en una trama de cada 5 tramas consecutivas.

Las ráfagas constarán de uno o más mensajes y pueden ser de longitud variable hasta el máximo permitido dentro del intervalo, según lo requerido en el numeral 3.5.3.2.

Durante la iniciación de intervalo de tiempo, el receptor de a bordo pudiera no recibir las primeras 4 ráfagas.

3.5.3.1.3 Balance de temporización de ráfagas.

3.5.3.1.3.1 Cada ráfaga estará comprendida en un intervalo de tiempo de 62.5 milisegundos.

3.5.3.1.3.2 El principio de la ráfaga ocurrirá 95.2 microsegundos después del principio del intervalo de tiempo con una tolerancia de ± 95.2 microsegundos.

3.4.3.1.3.3 En el equipo GBAS/E, el principio de la sincronización y de la parte de resolución de ambigüedades de la ráfaga, transmitido con polarización horizontal (HPOL), ocurrirá dentro de los 10 microsegundos del principio de la ráfaga transmitida con polarización vertical (VPOL).

En la Tabla B-124 se ilustra la temporización de ráfagas.

3.5.3.1.4 Ascenso y estabilización de potencia del transmisor. El transmisor ascenderá hasta el 90% del nivel de potencia en estado permanente dentro de 190.5 microsegundos después del principio de la ráfaga (2 símbolos). El transmisor se estabilizará a la potencia en estado permanente dentro de 476.2 microsegundos después del principio de la ráfaga (5 símbolos).

El período de estabilización de potencia del transmisor puede ser utilizado por el receptor de aeronave para ajustar su control automático de ganancia.

3.5.3.1.5 Descenso. Después de ser transmitido el símbolo final de información en un intervalo de tiempo asignado, el nivel de potencia de salida del transmisor disminuirá por lo menos hasta 30 dB por debajo de la potencia de estado permanente dentro de 285.7 microsegundos (3 símbolos).

3.5.3.2 Organización y codificación de las ráfagas. Cada ráfaga constará de los elementos de datos indicados en la Tabla B-125. En la codificación de los mensajes se seguirá la secuencia siguiente: formateo de datos de aplicación, generación de corrección de errores sin canal de retorno (FEC) de la secuencia de acondicionamiento, generación de FEC de aplicación y codificación secreta de bits.

3.5.3.2.1 Sincronización y resolución de ambigüedad. El campo de sincronización y de resolución de ambigüedad constará de la secuencia de 48 bits indicada a continuación, con el bit más a la derecha transmitido en primer lugar:

010 001 111 101 111 110 001 100 011 101 100 000 011 110 010 000

3.5.3.3 Contenido de datos codificados en secreto.

3.5.3.3.1 Identificador de intervalo de estación (SSID). El SSID será un valor numérico correspondiente a la designación de letra A a H del primer intervalo de tiempo asignado al subsistema de tierra GBAS, estando el intervalo A representado por 0, el B por 1, el C por 2, ... y el H por 7. El identificador se transmite con el LSB en primer lugar.

3.5.3.3.2 Longitud de transmisión. La longitud de transmisión indicará el número total de bits en los datos de aplicación y FEC de aplicación. La longitud de transmisión se transmite con el LSB en primer lugar.

Tabla B-124. Temporización de ráfagas

<i>Suceso</i>	<i>Duración nominal del suceso</i>	<i>Porcentaje nominal de la potencia de estado permanente</i>
Ascenso	190.5 μ s	0 % a 90 %
Estabilización de potencia del transmisor	285.7 μ s	90 % a 100 %
Sincronización y resolución de ambigüedad	1 523.8 μ s	100 %
Transmisión de datos codificados en secreto	58 761.9 μ s	100 %
Descenso	285.7 μ s (Nota 1)	100 % a 0 %

Notas.—

1. La duración del suceso indicada para la transmisión de datos codificados en secreto corresponde a la longitud máxima de datos de aplicación de 1 776 bits, 2 bits de relleno y a la duración nominal de símbolos.
2. Estos requisitos de temporización proporcionan un tiempo de guarda de propagación de 1 259 microsegundos, permitiendo un alcance de propagación en un sentido de aproximadamente 370 km (200 NM).
3. Cuando puedan recibirse ráfagas de una antena de radiodifusión GBAS a una distancia que es más de 370 km (200 NM) mayor que la distancia desde otra antena de radiodifusión en la que se utiliza el siguiente intervalo adyacente, se requiere un tiempo de guarda más prolongado para evitar la pérdida de ambas ráfagas. Para proporcionar un tiempo de guarda más prolongado, es necesario limitar la longitud de los datos de aplicación de la primera ráfaga a un valor de 1 744 bits. Esto permite una diferencia de distancias de propagación de hasta 692 km (372 NM) sin ningún conflicto.

Tabla B-125. Contenido de datos de ráfaga

<i>Elemento</i>	<i>Contenidos de datos</i>	<i>Número de bits</i>
Principio de ráfaga	todos ceros	15
Estabilización de potencia		
Sincronización y resolución de ambigüedad	3.4.3.2.1	48
Datos codificados en secreto:	3.4.3.3	
identificador de intervalo de estación (SSID)	3.4.3.3.1	3
longitud de transmisión	3.4.3.3.2	17
FEC de la secuencia de acondicionamiento	3.4.3.3.3	5
datos de aplicación	3.4.3.3.4	hasta 1 776
FEC de aplicación	3.4.3.3.5	48
bits de relleno (nota)	3.4.2.2	0 a 2

Nora.— La codificación secreta de datos en los bits de relleno es facultativa 3.4.3.3.6

3.5.3.3 FEC de la secuencia de acondicionamiento. Se calculará el FEC de la secuencia de acondicionamiento por el SSID y los campos de longitud de transmisión, utilizando un código de bloque (25, 20), de conformidad con la siguiente ecuación:

$$[P_1, \dots, P_5] = [SSID_1, \dots, SSID_3, TL_1, \dots, TL_7] H^T$$

Donde:

- P_n = el n -ésimo bit del FEC de la secuencia de acondicionamiento (P_1 se transmitirá en primer lugar);
- $SSID_n$ = el n -ésimo bit del identificador de intervalo de estación ($SSID_1 = \text{LSB}$);
- TL_n = el n -ésimo bit en la longitud de transmisión ($TL_1 = \text{LSB}$); y
- H^T = la transposición de la matriz de paridad, definida a continuación.

$$H^T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T$$

Este código es capaz de corregir todos los errores aislados de bits y de detectar 75 de 300 errores de bits dobles posibles.

3.5.3.3.4 Datos de aplicación. Los datos de aplicación constarán de uno o más bloques de mensaje, según lo definido en el numeral 3.5.3.4. Se establecerá la correspondencia de los bloques de mensaje directamente con los datos de aplicación sin bits adicionales de capas intercaladas.

3.5.3.3.5 FEC de aplicación. Se calculará el FEC de aplicación utilizando los datos de aplicación mediante un código sistemático Reed-Solomon de longitud fija (R-S) (255, 249).

3.5.3.3.5.1 La primitiva $p(x)$, del código R-S que define el campo será:

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$

3.5.3.3.5.2 El polinomio generador del código R-S, $g(x)$, será:

$$g(x) = \prod_{i=120}^{125} (x - \alpha^i) = x^6 + \alpha^{176}x^5 + \alpha^{186}x^4 + \alpha^{244}x^3 + \alpha^{176}x^2 + \alpha^{156}x + \alpha^{225}$$

Donde α es una raíz de $p(x)$ utilizada para construir el campo Galois de tamaño 2^8 , GF (256), y α^i el i -ésimo elemento de la primitiva en GF (256).

3.5.3.3.5.3 Al generar FEC de aplicación, los datos por codificar, $m(x)$, se agruparán en símbolos R-S de 8 bits. Todos los campos de datos en los bloques de mensajes que definen los datos de aplicación se pondrán en el orden especificado en las Tablas B-61 y B-62, y en las tablas de mensajes del numeral 3.5.6. Sin embargo, puesto que el código R-S es un código en bloques, los bloques de datos de aplicación más cortos que 249 multietos (1 992 bits) se ampliarán a 249 multietos mediante bits de relleno virtual puestos a cero y adjuntos a los datos de aplicación. Estos bits de relleno virtual no se transferirán al codificador secreto de bits. Los datos por codificar $m(x)$ estarán definidos por:

$$m(x) = a_{248}X^{248} + a_{247}X^{247} + \dots + a_{248-\text{longitud}+1}X^{248-\text{longitud}+1} + a_{248-\text{longitud}}X^{248-\text{longitud}} + \dots + a_1X + a_0$$

Donde:

la longitud el número de multietos de 8 bits en el bloque de datos de aplicación;

a_{248} el identificador de bloque de mensaje, con el bit más a la derecha definido como LSB y el primer bit de los datos de aplicación enviado al codificador secreto de bits;

$a_{248-longitud+1}$ el último multieto en el CRC de bloque de mensaje, con el bit más a la izquierda definido como el MSB y el último bit de los datos de aplicación enviados al codificador secreto de bits; y

$a_{248-longitud}, \dots, a_1, a_0$ los bits de relleno virtual (de haberlos).

3.5.3.3.4 Los 6 símbolos de verificación R-S (b_i) se definirán como coeficientes del resto que se obtiene al dividir el polinomio del mensaje $x^6m(x)$ por el polinomio generador $g(x)$:

$$b(x) = \sum_{i=0}^5 b_i x^i + b_5 x^5 + b_4 x^4 + b_3 x^3 + b_2 x^2 + b_1 x + b_0 = [x^6 m(x)] \bmod g(x)$$

3.5.3.3.5 Estos símbolos de verificación R-S de 8 bits se adjuntarán a los datos de aplicación. Cada símbolo de verificación R-S de 8 bits será transmitido con el MSB en primer lugar desde b_0 a b_5 , es decir el primer bit FEC de aplicación transferido al codificador secreto de bits será el MSB de b_0 y el bit último FEC de aplicación transferido al codificador secreto de bits será el LSB de b_5 .

Este código R-S es capaz de corregir hasta 3 errores de símbolos.

El orden de los símbolos de verificación R-S de 8 bits transmitidos de la FEC de aplicación adjunta difiere del modo VDL 2. Además, para el modo VDL 2 cada símbolo de verificación R-S se transmite con LSB en primer lugar.

3.5.3.3.6 Codificación secreta de bits.

3.5.3.3.6.1 La salida de un codificador secreto de pseudo-ruído con un registro de generador de 15 etapas será un OR exclusivo con los datos de ráfagas empezando con el SSID, y terminando con el FEC de aplicación. La codificación secreta de bits y el valor puesto en los bits de relleno son facultativos.

El receptor de aeronave no utiliza los bits de relleno y sus valores no repercuten en el sistema.

3.5.3.3.6.2 El polinomio para las tomas de registro de codificador secreto será $1 + x + x^{15}$. El contenido del registro rotará a una velocidad de 1 desplazamiento por bit. El estado inicial del registro, antes del primer bit SSID de cada ráfaga será "1101 0010 1011 001", con el bit más a la izquierda en la primera etapa del registro. El primer bit de salida del codificador secreto será objeto de muestreo antes del primer desplazamiento de registro.

3.5.3.4 Formato de bloque de mensaje. Los bloques de mensajes constarán de un encabezador de bloque de mensaje, un mensaje y una CRC de 32 bits. En la Tabla B-126 se muestra la construcción del bloque de mensaje. Todos los parámetros con signo serán números de complemento de dos y todos los parámetros sin signo serán números de punto fijo sin signo. La escala de los datos será la indicada en las tablas de mensaje del numeral 3.5.6. Se transmitirán todos los campos de datos en el bloque de mensaje en el orden especificado en las tablas de mensajes con el LSB de cada campo transmitido en primer lugar.

Todas las representaciones binarias leyendo de izquierda a derecha son de MSB a LSB.

3.5.3.4.1 Encabezador de bloque de mensaje. El encabezador de bloque de mensaje constará de un identificador de bloque de mensaje, un identificador (ID) de GBAS, un identificador de tipo de mensaje y la longitud del mensaje, según lo indicado en la tabla B-127.

Identificador de bloque de mensaje: el identificador de 8 bits para el modo de funcionamiento del bloque de mensaje GBAS.

Codificación: 1010 1010 = Mensaje GBAS normal
 1111 1111 = Mensaje GBAS de prueba
 Todos los demás valores están reservados.

ID GBAS: la identificación de GBAS de 4 caracteres para distinguir entre subsistemas de tierra GBAS.

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los bits b_1 a b_6 de su representación en el alfabeto internacional núm. 5 (IA-5). Para cada carácter, el bit b_1 se transmite en primer lugar y se transmiten 6 bits para cada carácter. Solamente se utilizan letras mayúsculas, dígitos numéricos y "espacio" de IA-5. El carácter más a la derecha se transmite en primer lugar. Para una ID de GBAS de 3 caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será "espacio" de IA-5.

Tabla B-126. Formato de un bloque de mensaje GBAS

Bloque de mensaje	Bits
Encabezador de bloque de mensaje	48
Mensaje	hasta 1 696
CRC	32

Tabla B-127. Formato del encabezador de bloque de mensaje

Campo de datos	Bits
Identificador de bloque de mensaje	8
ID de GBAS	24
Identificador de tipo de mensaje	8
Longitud del mensaje	8

La ID de GBAS es normalmente idéntica al indicador de lugar del aeropuerto más cercano. Se coordinará la asignación de las ID de GBAS, según corresponda para evitar conflictos.

Identificador de tipo de mensaje: la etiqueta numérica por la que se identifica el contenido del mensaje (véase la tabla B-128).

Longitud del mensaje: la longitud del mensaje en bytes de 8 bits incluidos el encabezador de bloque de mensaje de 6 bytes, el mensaje y el código CRC de mensaje de 4 bytes.

3.5.3.4.2 Verificación de redundancia cíclica (CRC). Se calculará la CRC del mensaje GBAS de conformidad con el numeral 3.6.

3.5.3.4.2.1 La longitud del código CRC será $k = 32$ bits.

3.5.3.4.2.2 El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$$

3.5.3.4.2.3 El campo de información CRC, $M(x)$, será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^n m_i x^{n-i} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \dots + m_n x^0$$

3.5.3.4.2.4 Se formará $M(x)$ a partir del encabezador de bloque de mensaje GBAS de 48 bits y todos los bits del mensaje de longitud variable, excluida la CRC. Se dispondrán los bits en el orden transmitido de forma que m_1 corresponda al primer bit del encabezador de bloque de mensaje transmitido, y m_n corresponda al último bit transmitido de los $(n-48)$ bits de mensaje.

3.5.3.4.2.5 La CRC se pondrá en tal orden que r_1 sea el primer bit transmitido y r_{32} sea el último bit transmitido.

3.5.4 Contenido de datos.

3.5.4.1 Tipos de mensaje. Los tipos de mensajes que pueden ser transmitidos por el GBAS serán los indicados en la tabla B-128.

3.5.4.2 Mensaje de tipo 1 — correcciones de pseudodistancia.

3.5.4.2.1 El mensaje de tipo 1 proporciona los datos de corrección diferencial para las fuentes telemétricas GNSS particulares (tabla B-138). El mensaje constará de tres secciones:

- a) Información del mensaje (hora de validez, bandera adicional de mensaje, número de mediciones y tipo de medición);
- b) Información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides de satélite e información de disponibilidad de satélites); y
- c) Bloques de medición de datos de satélite.

La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.

Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a pseudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

3.5.4.2.2 Cada mensaje de tipo 1 comprenderá parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides y parámetros de duración de disponibilidad de la fuente para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de disponibilidad de la fuente se aplicarán a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

3.5.4.2.3 Los parámetros de corrección de pseudodistancia serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: indica la hora de aplicación para todos los parámetros del mensaje.

Codificación: la cuenta Z modificada se vuelve a poner a la hora (xx:00), 20 minutos después de la hora (xx:20) y 40 minutos después de la hora (xx:40) con respecto a la hora GPS.

Bandera adicional de mensaje: una identificación de si el conjunto de bloques de medición en una sola trama para un tipo de medición particular está incluido en un solo mensaje de tipo 1 o en un par de mensajes enlazados.

- Codificación: 0 = Todos los bloques de medición para un tipo particular de medición se incluyen en un mensaje de tipo 1.
 1 = Este es el primer mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 1 que conjuntamente incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición.
 2 = Extra.
 3 = Este es el segundo mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 1 que incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición.

Cuando se utiliza un par enlazado de mensajes de tipo 1 para un tipo particular de medición, el número de mediciones y la información de baja frecuencia se calculan por separado para cada uno de los dos mensajes particulares.

Número de mediciones: el número de bloques de medición en el mensaje.

Tipo de medición: el tipo de señal telemétrica a partir del cual se han calculado las correcciones:

- Codificación: 0 = Código L1 C/A o CSA
 1 = reservado
 2 = reservado
 3 = reservado
 4 a 7 = extra

Tabla B-128. Mensajes de radiodifusión de datos VHF de GBAS

Identificador de tipo de mensaje	Nombre del mensaje
0	Extra
1	Correcciones de pseudodistancia
2	Datos relacionados con el GBAS
3	Mensaje nulo
4	Datos de tramo de aproximación final (FAS)
5	Disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica
6	Reservado
7	Reservado para aplicaciones nacionales
8	Reservado para aplicaciones de prueba
9 a 10	Extra
11	Correcciones de pseudodistancia-- pseudodistancias con adaptación de 30 segundos
12 a 100	Extra
101	Correcciones de pseudodistancia GRAS
102 a 255	Extra

Véanse en el numeral 3.5.6 los formatos de mensaje.

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): parámetro que caracteriza el efecto de los errores residuales de efemérides debidos a la descorrelación para el primer bloque de mediciones en el mensaje.

Para un satélite geoestacionario SBAS, el parámetro de descorrelación de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.

Para los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, el parámetro de descorrelación de efemérides se codificará como todos ceros.

CRC de efemérides: la CRC calculada con los datos de efemérides utilizados para determinar las correcciones para el primer bloque de medición en el mensaje. Se calculará la CRC de efemérides para las fuentes telemétricas de constelaciones principales de satélites de conformidad con 3.6. La longitud de la CRC será $k = 16$ bits. El polinomio generador del código CRC será:

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

El campo de información CRC, $M(x)$, para un determinado satélite será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^n m_i x^{n-1} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \dots + m_n x^0$$

Para un satélite GPS, $M(x)$ tendrá una longitud de $n = 576$ bits. Se calculará $M(x)$ para un satélite GPS, utilizando los 24 primeros bits de cada una de las palabras 3 a 10 de las subtramas 1, 2 y 3 de la transmisión de datos desde tal satélite, y con la máscara de efemérides de satélite GPS obtenida de la tabla B-129. $M(x)$ se dispondrá en el orden en que el satélite GPS transmite los bits, pero con cada byte ordenado con el LSB primero, de forma tal que m_1 corresponda al bit 68 de la subtrama 1, y m_{576} corresponda al bit 287 de la subtrama 3.

$M(x)$ para un satélite GPS no incluye la palabra 1 (TLM) ni la palabra 2 (HOW), que empieza cada subtrama, ni los 6 bits de paridad al final de cada palabra.

Para un satélite geostacionario SBAS, la CRC de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.

El orden de la CRC se transmitirá en el orden $r^9, r^{10}, r^{11}, \dots, r^{16}, r^1, r^2, r^3, \dots, r^8$, donde r_i es el i ésimo coeficiente del resto, $R(x)$, como se define en 3.8.

Duración de disponibilidad de la fuente: la duración prevista a la que se espera que las correcciones para la fuente telemétrica continúen disponibles, por relación a la cuenta Z modificada para el primer bloque de medición.

Codificación: 1111 1110 = La duración es superior o igual a 2 540 segundos.

1111 1111 = Este subsistema de tierra no proporciona la duración prevista de disponibilidad de la fuente.

3.5.4.2.4 Los parámetros del bloque de medición son:

ID de fuente telemétrica: identidad de la fuente telemétrica a la que se aplican los datos subsiguientes del bloque de medición.

Codificación: 1 a 36 = ID del satélite GPS (PRN)
 37 = reservado
 38 a 61 = ID del satélite GLONASS (número de intervalo más 37)
 62 a 119 = extra
 120 a 158 = ID de satélite SBAS (PRN)
 159 a 255 = extra

Expedición de datos (IOD): la expedición de datos asociados a los datos de efemérides utilizados para determinar las correcciones de pseudodistancia y de cambio de distancia.

Codificación: para GPS, IOD = parámetro IODE GPS
 para GLONASS, IOD = parámetro "t_b" GLONASS
 para SBAS, IOD = 1111 1111

Para GLONASS, debe insertarse 0 en el MSB de la IOD.

Corrección de pseudodistancia (PRC): la corrección para la pseudodistancia de la fuente telemétrica.

Corrección de cambio de distancia (RRC): el régimen de cambio de la corrección de pseudodistancia.

σ_{pr_gnd} : la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de la señal en el espacio del error de pseudodistancia en el punto de referencia GBAS (numerales 3.5.5.5.1, 3.5.5.5.2 y 3.5.7.2.2.4).

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

Tabla B-129. Máscara de efemérides de satélite GPS

Subtrama 1:	Byte 1	Byte 2	Byte 3		Byte 1	Byte 2	Byte 3
Palabra 3	0000 0000	0000 0000	0000 0011	Palabra 4	0000 0000	0000 0000	0000 0000
Palabra 5	0000 0000	0000 0000	0000 0000	Palabra 6	0000 0000	0000 0000	0000 0000
Palabra 7	0000 0000	0000 0000	1111 1111	Palabra 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 10	1111 1111	1111 1111	1111 1100
Subtrama 2:	Byte 1	Byte 2	Byte 3		Byte 1	Byte 2	Byte 3
Palabra 3	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 4	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 5	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 6	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 7	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 10	1111 1111	1111 1111	0000 0000
Subtrama 3:	Byte 1	Byte 2	Byte 3		Byte 1	Byte 2	Byte 3
Palabra 3	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 4	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 5	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 6	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 7	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Palabra 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Palabra 10	1111 1111	1111 1111	1111 1100

B_1 a B_4 : Los parámetros de integridad asociados a las correcciones de pseudodistancias proporcionadas en el mismo bloque de medición. Para la i -ésima fuente telemétrica estos parámetros corresponden a $B_{i,1}$ a $B_{i,4}$ (numerales 3.5.5.5.1.2, 3.5.5.5.2.2 y 3.5.7.2.2.4). Durante la operación continua, los índices "1-4" corresponden al mismo receptor de referencia físico para cada época transmitida desde un subsistema de tierra determinado con la siguiente excepción: el receptor de referencia físico unido a cualquiera de los índices 1 a 4 puede sustituirse por cualquier otro receptor de referencia físico (incluido uno previamente eliminado) que no se haya utilizado para transmisiones durante los últimos 5 minutos.

Codificación: 1000 0000 = No se utilizó el receptor de referencia para calcular la corrección de pseudodistancia.

Un receptor de referencia físico es un receptor con una antena en un emplazamiento fijo.

Algunas integraciones inerciales de a bordo pueden esperar una correspondencia bastante estática de los receptores de referencia respecto de los índices.

3.5.4.3 Mensaje de tipo 2 — Datos relativos al GBAS. El mensaje de tipo 2 identificará el emplazamiento del punto de referencia GBAS al que se aplican las correcciones proporcionadas por el GBAS y proporcionará otros datos relacionados con el GBAS (Tabla B-71). Los parámetros de datos relacionados con el GBAS serán los siguientes:

En el mensaje de tipo 2 podrán incluirse bloques de datos adicionales. El bloque de datos adicional 1 y el bloque de datos adicional 2 están definidos. En el futuro, otros bloques de datos adicionales podrán definirse. Los bloques de datos desde 2 hasta 255 son de longitud variable y pueden añadirse al mensaje después del bloque de datos adicional 1 en cualquier orden.

Receptores de referencia GBAS: el número de los receptores de referencia GNSS instalados en este subsistema de tierra GBAS.

Codificación: 0 = GBAS instalado con 2 receptores de referencia.
 1 = GBAS instalado con 3 receptores de referencia.
 2 = GBAS instalado con 4 receptores de referencia.
 3 = No tiene aplicación el número de receptores de referencia GNSS instalados en este subsistema de tierra GBAS.

Letra de designador de exactitud de tierra: el designador de letra indicando la actuación mínima en cuanto a exactitud de la señal en el espacio, proporcionada por el GBAS (numeral 3.5.7.1.1).

Codificación: 0 = designación de exactitud A.
 1 = designación de exactitud B.
 2 = designación de exactitud C.
 3 = extra.

Designador de Continuidad GBAS/designador de integridad (GCID): el designador numérico indicando la condición de funcionamiento del GBAS.

Codificación: 0 = extra.
 1 = GCID 1.
 2 = GCID 2.
 3 = GCID 3.
 4 = GCID 4.
 5 = extra.
 6 = extra.
 7 = no en condiciones de funcionalidad.

Se especifican los valores 2, 3 y 4 de GCID para asegurar la compatibilidad del equipo con los GBAS del futuro.

El valor 7 de GCID indica que ninguno de los servicios de aproximación a los que presta apoyo la instalación de tierra está disponible.

Declinación magnética local: la declinación magnética publicada en el punto de referencia GBAS.

Codificación: Valor positivo denota declinación este (sentido de las agujas del reloj desde el norte verdadero), valor negativo denota declinación oeste (sentido contrario a las agujas del reloj desde el norte verdadero)
 100 0000 0000 = Procedimientos de aproximación de precisión con apoyo del GBAS se publican en base a marcación verdadera.

La declinación magnética local se selecciona en consonancia con el diseño del procedimiento y se actualiza durante los años de época magnética.

$\sigma_{\text{vert_iono_gradiente}}$: la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre ionosférica residual debida a la descorrelación espacial (numeral 3.5.5.4).

Índice de refractividad (N_r): el índice nominal de refractividad troposférica utilizado para calibrar la corrección troposférica asociada al subsistema de tierra GBAS (numeral 3.5.5.3).

Codificación: Este campo se codifica como número complemento de dos con un desplazamiento de +400. Un valor de cero en este campo indica un índice de refractividad de 400.

Altura de escala (h_o): un factor de escala utilizado para calibrar la corrección troposférica y la incertidumbre troposférica residual asociada al subsistema de tierra GBAS (numeral 3.5.5.3).

Incertidumbre de refractividad (σ_n): la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre troposférica residual (numeral 3.5.5.3).

Latitud: la latitud del punto de referencia GBAS definida en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota latitud norte.
Valor negativo denota latitud sur.

Longitud: la longitud del punto de referencia GBAS definida en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota longitud este.
Valor negativo denota longitud oeste.

Altura del punto de referencia: la altura del punto de referencia por encima del elipsoide WGS-84.

3.5.4.3.1 Parámetros del bloque de datos adicional 1. Los parámetros del bloque de datos adicional 1 serán los siguientes:

Selector de datos de estación de referencia (RSDS): identificador numérico que se utiliza para seleccionar el subsistema de tierra GBAS.

El RSDS es distinto de cualquier otro RSDS y de cualquier selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS) que radiodifunda cualquier subsistema de tierra GBAS en la misma frecuencia dentro de la región de radiodifusión.

Codificación: 1111 1111 = no se proporciona servicio de determinación de la posición GBAS.

Distancia de uso máxima ($D_{\text{máx}}$): distancia máxima (distancia oblicua) desde el punto de referencia GBAS dentro de la cual el elemento de la aeronave aplica las correcciones de pseudodistancia.

Este parámetro no indica una distancia dentro de la cual se satisfacen los requisitos de intensidad de campo de radiodifusión de datos VHF.

Codificación: 0 = sin limitación de distancia.

Parámetro de detección frustrada de efemérides GPS, Servicio de determinación de la posición GBAS ($K_{\text{md_e_POS_GPS}}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS o que no ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, este parámetro se codificará como todos ceros.

Parámetro de detección frustrada de efemérides GPS, Servicio de determinación de la posición GBAS ($K_{md,e_POS,GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS, este parámetro se codificará como todos ceros.

3.5.4.3.2 Bloques de datos adicionales. Para los bloques de datos adicionales que no sean el bloque de datos adicional 1, los parámetros de cada bloque de datos serán los siguientes:

Longitud del bloque de datos adicional: el número de bytes en el bloque de datos adicional, incluidos la longitud del bloque de datos adicional y los campos de número del bloque de datos adicional.

Número del bloque de datos adicional: el identificador numérico del tipo de bloque de datos adicional.

Codificación: 0 a 1	=	reservado
2	=	bloque de datos adicional 2, estaciones de radiodifusión GRAS
3	=	bloque de datos adicional 3, parámetros GAST D
4	=	bloque de datos adicional 4, parámetros de autenticación de la VDB
5 a 255	=	extra

Parámetros de datos adicionales: el conjunto de datos definido de conformidad con el número del bloque de datos adicional.

3.5.4.3.2.1 Estaciones de radiodifusión GRAS.

En los parámetros para el bloque de datos adicional 2 se incluirán los datos para una o más estaciones de radiodifusión según lo indicado a continuación (tabla B-131):

Número de canal: el número de canal, definido en el numeral 3.5.5.7, asociado a la estación de radiodifusión GBAS.

El número de canal en este campo se refiere a una frecuencia y a un RSDS.

Δ Latitud: la diferencia de latitud de una estación de radiodifusión GBAS medida a partir de la latitud proporcionada en el parámetro de latitud del mensaje de tipo 2.

Codificación:	un valor positivo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al norte del punto de referencia GBAS.
	un valor negativo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al sur del punto de referencia GBAS.

Δ Longitud: la diferencia de longitud de una estación de radiodifusión GBAS, medida a partir de la longitud proporcionada en el parámetro de longitud del mensaje de tipo 2.

Codificación: Un valor positivo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al este del punto de referencia GBAS.

Un valor negativo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al oeste del punto de referencia GBAS.

3.5.4.3.2.2 Parámetros GAST D.

En los parámetros para el bloque de datos adicional 3 se incluirán los parámetros (tabla B-132) que se utilizarán cuando el tipo de servicio activo sea GAST D según lo que se indica a continuación:

$K_{md_e_D,GPS}$ ($K_{md_e_D,GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para GAST D obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS. Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS, este parámetro se codificará como todos ceros.

Este parámetro, $K_{md_e_D,GPS}$, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides $K_{md_e_GPS}$ proporcionado en el bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2.

$\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$ ($\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$): es la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre ionosférica residual debida a la descorrelación espacial. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

Este parámetro, $\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$, puede ser diferente del parámetro de descorrelación ionosférica $\sigma_{vert_iono_gradiente}$ proporcionado en el mensaje de tipo 2.

Y_{EIG} : es el valor máximo de E_{IG} a distancia cero desde el punto de referencia GBAS. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

M_{EIG} : es la pendiente de E_{IG} máximo en función de la distancia desde el punto de referencia GBAS. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

Tabla B-131. Datos de las estaciones de radiodifusión GRAS

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Número de canal	16	20001 a 39999	1
Δ Latitud	8	$\pm 25,4^\circ$	0,2°
Δ Longitud	8	$\pm 25,4^\circ$	0,2°

Tabla B-132. Parámetros GAST D del bloque de datos adicional 3

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
$K_{md_e_D,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md_e_D,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05
$\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$	8	$0 - 25,5 \times 10^{-6}$ m/m	$0,1 \times 10^{-6}$ m/m
Y_{EIG}	5	0 a 3,0 m	0,1
M_{EIG}	3	0 a 0,7 m/km	0,1

3.3.4.3.2.2 Parámetros de autenticación de la VDB.

El bloque de datos adicional 4 incluye la información que se necesita para protocolos de autenticación de la VDB (Tabla B-65B).

3.5.4.3.2.3 Parámetros de autenticación de la VDB.

El bloque de datos adicional 4 incluye la información que se necesita para protocolos de autenticación de la VDB (Tabla B-133).

Definición de grupo de intervalos: Este campo de 8 bits indica cuáles de los 8 intervalos (A-H) están asignados para que la estación terrestre los utilice. El campo se transmite con el LSB en primer lugar. El LSB corresponde al intervalo A, el siguiente bit al intervalo B y así sucesivamente. Un "1" en la posición del bit indica que el intervalo se asignó a la estación terrestre. Un "0" indica que no se asignó el intervalo a la estación terrestre.

Tabla B-133. Parámetros de autenticación de la VDB

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Definición del grupo de intervalos	8	---	---

3.5.4.4 Mensaje de tipo 3 — mensaje nulo.

3.5.4.4.1 El mensaje de tipo 3 es un 'mensaje nulo' de longitud variable cuyo uso se destina a subsistemas terrestres que admiten protocolos de autenticación (véase el numeral 3.5.7.4).

3.5.4.4.2 Los parámetros para el mensaje de tipo 3 serán los siguientes:

Relleno: Secuencia de bits que se alternan entre el "1" y el "0" con una longitud en bytes que es 10 menos que el valor correspondiente al campo de la longitud del mensaje del encabezado del mensaje.

3.5.4.5 Mensaje de tipo 4 — Tramo de aproximación final (FAS). El mensaje de tipo 4 incluirá uno o más conjuntos de datos FAS, cada uno definiendo una sola aproximación de precisión (Tabla B-143). Cada conjunto de datos de mensaje de tipo 4 incluirá lo siguiente:

Longitud del conjunto de datos: el número de bytes en el conjunto de datos. El conjunto de datos comprende el campo de longitud de conjunto de datos y los campos del bloque de datos FAS asociado, límite de alerta vertical (FASVAL)/estado de aproximación y límite de alerta lateral FAS (FASLAL)/estado de aproximación.

Bloque de datos FAS: el conjunto de parámetros para identificar una sola aproximación de precisión o APV y definir su trayectoria de aproximación asociada.

Codificación: Véase el numeral 3.5.4.5.1 y Tabla B-134.

Estado de aproximación FASVAL: el valor del parámetro FASVAL utilizado en el numeral 3.5.5.6.

Codificación: 1111 1111 = No utilizar desviaciones verticales.

La gama de valores y su resolución para FASVAL depende del designador de actuación de aproximación en el bloque de datos FAS asociado.

Estado de aproximación FASLAL: el valor del parámetro FASLAL utilizado en el numeral 3.5.5.6.

Codificación: 1111 1111 = No utilizar aproximación.

3.5.4.5.1 Bloque de datos FAS. El bloque de datos del FAS incluirá los parámetros que definen una sola aproximación GAST A, B, C o D. La trayectoria del FAS es una línea en el espacio definida por el punto de umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP), punto de alineación de la trayectoria de vuelo (FPAP), altura de cruce sobre el umbral (TCH) y ángulo de trayectoria de planeo (GPA). El plano horizontal local para la aproximación es un plano perpendicular a la vertical local que pasa por el LTP/FTP (es decir tangente al elipsoide en el LTP/FTP). La vertical local para la aproximación es normal al elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP. El punto de interceptación de la trayectoria de planeo (GPIP) es aquel en el que la trayectoria de aproximación final corta al plano horizontal local. Los parámetros del FAS serán los siguientes:

Tipo de operación: procedimiento de aproximación directa u otros tipos de operación.

Codificación: 0 = procedimiento de aproximación directa
1 a 15 = extra

Los procedimientos desplazados son procedimientos directos y se codifican como "0".

ID de proveedor de servicio SBAS: indica el proveedor del servicio asociado a este bloque de datos FAS.

Codificación: Véase la Tabla B-65.

14 = bloque de datos FAS que debe utilizarse solamente con GBAS.

15 = bloque de datos FAS que puede utilizarse con cualquier proveedor del servicio SBAS.

No se utiliza este parámetro para aproximaciones realizadas mediante correcciones de pseudodistancia GBAS o GRAS.

Tabla B-134. Bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS)

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Tipo de operación	4	0 a 15	1
ID de proveedor SBAS	4	0 a 15	1
ID de aeropuerto	32	—	—
Número de pista	6	1 a 36	1
Letra de pista	2	—	—
Designador de actuación de aproximación	3	0 a 7	1
Indicador de ruta	5	—	—
Selector de datos para trayectoria de referencia	8	0 a 48	1
Indicador de trayectoria de referencia	32	—	—
Latitud de LTP/FTP	32	$\pm 90,0^\circ$	0,0005 segarc
Longitud LTP/FTP	32	$\pm 180,0^\circ$	0,0005 segarc
Altura de LTP/FTP	16	512,0 a 6 041,5 m	0,1 m
Latitud de Δ FPAP	24	$\pm 1,0^\circ$	0,0005 segarc
Longitud de Δ FPAP	24	$\pm 1,0^\circ$	0,0005 segarc
Aproximación TCH (Nota)	15	0 a 1 638,35 m o 0 a 3 276,7 ft	0,05 m o 0,1 ft
Selector de unidades TCH de aproximación	1	—	—
GPA	16	0 a $90,0^\circ$	0,01°
Anchura de curso	8	80 a 143,75 m	0,25 m
Desplazamiento de Δ longitud	8	0 a 2 032 m	8 m
CRC de tramo de aproximación final	32	—	—

Puede proporcionarse información en pies o en metros, según lo indicado por el selector de la unidad TCH de aproximación.

ID de aeropuerto: el designador de tres o de cuatro letras utilizado para designar un aeródromo.

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los 6 bits inferiores de su representación en IA-5. Para cada carácter, b_1 se transmite en primer lugar, y se adjuntan 2 bits cero después de b_6 de forma que se transmitan 8 bits para cada carácter. Solamente se utilizan mayúsculas, dígitos numéricos y "espacio" IA-5. Se transmite en primer lugar el carácter más a la derecha. Para una ID de aeropuerto de 3 caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será "espacio" IA-5.

Número de pista: el número de la pista de aproximación.

Codificación: 1 a 36 = número de pista.

Para las operaciones de helipuerto y de punto en el espacio, el valor del número de pista es el número entero que se aproxima más a un décimo del curso de la aproximación final, excepto cuando dicho número entero sea cero, en cuyo caso el número de pista es 36.

Letra de pista: el designador de una letra utilizado, según sea necesario, para distinguir entre pistas paralelas.

Codificación: 0 ninguna letra.
1 R (derecha).
2 C (centro).
3 L (izquierda).

Designador de actuación de aproximación: la información general acerca del cálculo de la aproximación.

- Codificación: 0 GAST A o B.
 1 GAST C.
 2 GAST C y GAST D.
 3 GAST C, GAST D y un tipo de servicio de aproximación adicional.
 que se definirá en el futuro.
 4 GAST C, GAST D y dos tipos de servicio de aproximación
 adicionales que se definirán en el futuro.
 5 a 7 Extra.

Algunos equipos de a bordo designados para una performance de Categoría I son insensibles al valor del APD. La finalidad es que el equipo de a bordo diseñado para una performance de Categoría I acepte como válidos valores del APD de por lo menos 1-4 para permitir futuras ampliaciones a tipos de performance más altos usando el mismo bloque de datos FAS.

Indicador de ruta: un identificador de una letra utilizado para distinguir entre aproximaciones múltiples al mismo extremo de la pista.

Codificación: La letra se codifica utilizando los bits b_1 a b_5 de su representación en IA-5. El bit b_1 se transmite en primer lugar. Solamente se utilizan mayúsculas, excluidas "I" y "O" o "espacio" IA-5.

Selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS): identificador numérico que se utiliza para seleccionar el bloque de datos FAS (aproximación deseada).

El RPDS de un bloque de datos FAS determinado es distinto de cualquier otro RPDS y de cualquier selector de datos de estación de referencia (RSDS) que radiodifunda cualquier GBAS en la misma frecuencia dentro de la región de radiodifusión.

Identificador de trayectoria de referencia (RPI): los tres o cuatro caracteres alfanuméricos utilizados para designar inequívocamente la trayectoria de referencia.

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los bits b_1 a b_6 de su representación en IA-5. Para cada carácter, b_1 se transmite en primer lugar, y se adjuntan 2 bits cero después de b_6 de forma que se transmitan 8 bits para cada carácter. Solamente se utilizan mayúsculas, dígitos numéricos y "espacio" IA-5. El carácter más a la derecha se transmite en primer lugar, para un identificador de trayectoria de referencia de tres caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será el "espacio" IA-5.

El LTP/FTP es un punto por encima del cual pasa la trayectoria FAS a una altura relativa especificada, mediante la TCH. El LTP normalmente está situado en la intersección del eje de la pista y el umbral.

Latitud LTP/FTP: la latitud del punto LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota latitud norte.
 Valor negativo denota latitud sur.

Longitud de LTP/FTP: la longitud del punto LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota latitud este.
 Valor negativo denota latitud oeste.

Altura LTP/FTP: la altura del LTP/FTP por encima del elipsoide WGS-84.

Codificación: Se codifica este campo como un número de punto fijo sin signo con un desplazamiento de -512 metros. Un valor de cero en este campo coloca al LTP/FTP 512 metros por debajo del elipsoide terrestre.

El FPAP es un punto a la misma altura que el LTP/FTP que se ha utilizado para definir la alineación de la aproximación. El origen de las desviaciones angulares en sentido lateral está definido por 305 metros (1 000 ft) más allá del FPAP a lo largo de la trayectoria FAS lateral. Para una aproximación alineada con la pista, el FPAP está en el extremo de parada de la pista o más allá.

Latitud Δ FPAP: la diferencia de latitud entre el FPAP de la pista y el LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota que la latitud del eje FPAP está al norte de la latitud del LTP/FTP.
Valor negativo denota que la latitud del FPAP está al sur de la latitud del LTP/FTP.

Longitud Δ FPAP: la diferencia de la longitud del FPAP de la pista del LTP/FTP en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota que la longitud del FPAP está al este de la longitud del LTP/FTP.
Valor negativo indica que la longitud del FPAP está al oeste de la longitud del LTP/FTP

TCH de aproximación: la altura del FAS por encima del LTP/FTP definido en pies o metros según lo indicado por el selector de unidades TCH.

Selector de unidades TCH de aproximación: las unidades utilizadas para describir la TCH.

Codificación: 0 = pies.
1 = metros.

Ángulo de trayectoria de planeo (GPA): el ángulo de la trayectoria de aproximación (trayectoria de planeo) respecto al plano horizontal tangente al elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP.

Anchura de rumbo: el desplazamiento lateral respecto a la trayectoria definida por el FAS en el LTP/FTP a la cual se obtiene la deflexión de escala completa de un indicador de desviación de rumbo.

Codificación: Se codifica este campo como un número de punto fijo sin signo con un desplazamiento de 80 metros. Un valor de cero en este campo indica una anchura de rumbo de 80 metros en el LTP/FTP.

Desplazamiento de longitud Δ : la distancia desde el punto de alineación de la trayectoria de vuelo hasta el extremo de parada de la pista.

Codificación: 1111 1111 = no se proporciona.

CRC de tramo de aproximación final: la CRC de 32 bits adjunta al extremo de cada bloque de datos FA5 para asegurar la integridad de los datos de aproximación. Se calculará la CRC del tramo de aproximación final de 32 bits de conformidad con el numeral 3.8. La longitud del código CRC será de $k = 32$ bits.

El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$$

El campo de información CRC $M(x)$ será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{272} m_i x^{272-i} = m_1 x^{271} + m_2 x^{270} + \dots + m_{272} x^0$$

Se formará $M(x)$ a partir de todos los bits del bloque de datos FAS asociado, excluida la CRC. Se dispondrán los bits en el orden transmitido de forma que m_1 corresponda al LSB del campo de tipo de operación, y m_{272} corresponda al MSB del campo de desplazamiento de longitud Δ . La CRC se pondrá en un orden tal que r_1 sea el LSB y r_{32} sea el MSB.

3.5.4.6 Mensaje de tipo 5 — Disponibilidad prevista de fuente telemétrica. Si se usa el mensaje de tipo 5 se incluirá la información de salida y de reglaje de las fuentes telemétricas actualmente visibles o que serán pronto visibles. Los parámetros de disponibilidad prevista de fuente telemétrica serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: indica la hora de aplicación de los parámetros de este mensaje.

Codificación: La misma que la del campo de cuenta Z modificado en el mensaje de tipo 1 (véase el numeral 3.9.4.2).

Número de fuentes afectadas: el número de fuentes respecto a las cuales se proporciona información sobre duración, aplicable a todas las aproximaciones.

Codificación: 0 = solamente tienen limitaciones las aproximaciones especificadas con obstáculos.
1 a 31 = el número de fuentes telemétricas afectadas.

ID de fuente telemétrica: lo mismo que en el mensaje de tipo 1 (numeral 3.5.4.2).

Sentido de disponibilidad de la fuente: indica si la fuente telemétrica estará disponible o cesará de estar disponible.

Codificación: 0 = las correcciones diferenciales cesarán pronto de proporcionarse respecto a la fuente telemétrica asociada.
1 = las correcciones diferenciales empezarán pronto a ser proporcionadas para la fuente telemétrica asociada.

Duración de disponibilidad de la fuente: la duración mínima prevista de disponibilidad de la fuente telemétrica por relación a la cuenta Z modificada.

Codificación: 111 1111 = la duración es superior o igual a 1 270 segundos.

Número de aproximaciones con obstáculos: el número de aproximaciones respecto a las cuales pueden reducirse las correcciones debido al enmascaramiento de una constelación única de aproximación.

Selector de datos de trayectoria de referencia: indicación del bloque de datos FAS respecto al cual tienen una aplicación los datos de disponibilidad de la fuente (numeral 3.5.4.5.1).

Número de fuentes afectadas para esta aproximación: el número de fuentes respecto a las cuales se proporciona información sobre duración que es solamente aplicable a esta aproximación.

3.5.4.7 Mensaje de tipo 6.

Se reserva el mensaje de tipo 6 para uso futuro a fin de proporcionar la información requerida para aproximaciones de precisión de Categorías II/III.

3.5.4.8 Mensaje de tipo 7.

Se reserva el mensaje de tipo 7 para aplicaciones nacionales.

3.5.4.9 Mensaje de tipo 8.

Se reserva el mensaje de tipo 8 para aplicaciones de prueba locales y regionales.

3.5.4.10 Mensaje de tipo 101 – correcciones de pseudodistancia GRAS.

3.5.4.10.1 El mensaje de tipo 101 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-139). El mensaje constará de tres secciones:

- a) Información del mensaje (hora de validez, bandera de mensaje adicional, número de mediciones y tipo de medición);
- b) Información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides de satélite e información de disponibilidad de satélites); y
- c) Bloques de medición de datos de satélite.

Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a pseudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

3.5.4.10.2 Cada mensaje de tipo 101 incluirá el parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y los parámetros de duración de disponibilidad de la fuente para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de la disponibilidad de la fuente se aplicarán a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

3.5.4.10.3 Los parámetros de corrección de pseudodistancia serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Bandera de mensaje adicional: definido en el numeral 3.5.4.2.3 salvo que sea aplicable a los mensajes de tipo 101.

Número de mediciones: definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Tipo de medición: definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): definido en el numeral 3.5.4.2.3.

CRC de efemérides: definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Duración de disponibilidad de la fuente: definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Número de parámetros B: una indicación de si los parámetros B se incluyen en el bloque de medición para cada fuente telemétrica.

Codificación: 0 = no se incluyen los parámetros B.

1 = 4 parámetros B por bloque de medición.

3.5.4.10.4 Los parámetros de bloque de medición serán los siguientes:

ID de fuente telemétrica: definido en el numeral 3.5.4.2.4.

Expedición de datos (IOD): definido en el numeral 3.5.4.2.4.

Corrección de pseudodistancia (PRC): definido en el numeral 3.5.4.2.4.

Corrección de cambio de distancia (RRC): definido en el numeral 3.5.4.2.4.

σ_{pr_gnd} : definido en el numeral 3.5.4.2.4, a excepción de la gama de valores y su resolución.

B1 a B4: definido en el numeral 3.5.4.2.4.

La inclusión de los parámetros B en el bloque de medición es facultativa para los mensajes de tipo 101.

3.5.4.11 Mensaje de tipo 11 — correcciones de pseudodistancia – pseudodistancias con adaptación de 30 segundos.

3.5.4.11.1 El mensaje de tipo 11 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-140) con adaptación de 30 segundos. El mensaje constará de tres secciones:

- a) Información del mensaje (hora de validez, bandera de mensaje adicional, número de mediciones y tipo de medición);
- b) Información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides); y
- c) Bloques de medición de datos de satélite.

La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.

3.5.4.11.2 Cada mensaje de tipo 11 comprenderá el parámetro de descorrelación de efemérides para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides se aplicará a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

Los parámetros de CRC de efemérides y duración de disponibilidad de la fuente no se incluyen en el mensaje de tipo 11 porque están comprendidos en el mensaje de tipo 1.

3.5.4.11.3 Los parámetros de corrección de pseudodistancia para el mensaje de tipo 11 serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: conforme a lo definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Bandera adicional de mensaje: identificación para señalar si el conjunto de bloques de medición en una sola trama para un tipo de medición particular está incluido en un solo mensaje de tipo 11 o en un par de mensajes enlazados.

- | | | |
|---------------|-----|---|
| Codificación: | 0 = | Todos los bloques de medición para un tipo particular de medición se incluyen en un mensaje de tipo 11. |
| | 1 = | Este es el primer mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 11 que juntos incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición. |
| | 2 = | Extra. |

3 = Este es el segundo mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 11 que juntos incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición.

Número de mediciones: el número de bloques de medición en el mensaje.

Tipo de medición: conforme a lo definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Parámetro de descorrelación de efemérides D (P_D): parámetro que caracteriza el efecto de los errores residuales de efemérides debidos a la descorrelación para el primer bloque de medición en el mensaje.

Este parámetro, P_D , puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides P del mensaje de tipo 1.

Para un satélite geoestacionario SBAS, el parámetro de descorrelación de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.

3.5.4.11.4 Los parámetros del bloque de medición son:

ID de fuente telemétrica: conforme a lo definido en el numeral 3.5.4.2.3.

Corrección de pseudodistancia (PRC_{30}): la corrección para la pseudodistancia de la fuente telemétrica basándose en adaptación a portadora de 30 segundos.

Corrección de cambio de distancia (RRC_{30}): el régimen de cambio de la corrección de pseudodistancia basándose en adaptación a portadora de 30 segundos.

Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr_gnd_D}$): la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de la señal en el espacio del error de pseudodistancia en la corrección adaptada de 100 segundos en el mensaje de tipo 1 en el punto de referencia GBAS (numerales 3.5.5.5.1 y 3.5.7.2.2.4).

El parámetro $\sigma_{pr_gnd_D}$ difiere de σ_{pr_gnd} para la medición correspondiente en el mensaje de tipo 1 en que $\sigma_{pr_gnd_D}$ no deberá incluir inflación para considerar la salida de los límites de los errores ionosféricos descorrelacionados.

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr_gnd_30}$): la desviación normal de una distribución normal que describe la exactitud nominal de la pseudodistancia corregida adaptada con una constante de tiempo de 30 segundos en el punto de referencia GBAS.

La distribución normal $N(0, \sigma_{pr_gnd_30})$ tiene por objeto describir apropiadamente los errores que han de utilizarse para optimizar la ponderación de una solución de posición de mínima cuadrática ponderada. No es necesario que la distribución limite los errores según lo descrito en los numerales 3.5.5.5.1 y 3.5.7.2.2.4.

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

3.5.5 Definiciones de protocolos para aplicación de datos.

En esta sección se define la relación mutua entre los parámetros del mensaje de radiodifusión de datos. Se proporcionan definiciones de los parámetros que no se transmiten, pero que son utilizados por elementos que son simultáneamente, o alternativamente, no de aeronave y de

aeronave, y que definen los términos utilizados para determinar la solución de la navegación y su integridad.

3.5.5.1 Pseudodistancia medida y adaptada a portadora. La corrección de radiodifusión es aplicable a las mediciones de pseudodistancia con código adaptado a portadora a las que no se han aplicado las correcciones troposféricas e ionosféricas de radiodifusión por satélite. La adaptación a portadora es tal que la exactitud lograda después del estado permanente es por lo menos de igual calidad que la exactitud lograda utilizando el siguiente filtro:

$$P_{CSCn} = \alpha P + (1 - \alpha) \left(P_{CSCn-1} + \frac{\lambda}{2\pi} (\phi_n - \phi_{n-1}) \right)$$

Donde:

P_{CSCn}	pseudodistancia adaptada;
=	pseudodistancia de adaptación previa;
P_{CSCn-1}	medición de pseudodistancia en bruto obteniéndose estas mediciones de pseudodistancia en bruto de un bucle de código impulsado por portadora, de primer orden o superior y con una anchura de banda de ruido lateral superior o igual a 0.125 Hz;
P	longitud de onda $L1$;
λ	fase de portadora;
ϕ_n	fase anterior de portadora; y
ϕ_{n-1}	función de ponderación de filtro igual al intervalo de muestreo dividido entre la constante de tiempo de 100 segundos, salvo lo especificado en 3.3.8.3.5.1 para el equipo de a bordo. Para la corrección de pseudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 11, la constante de tiempo con adaptación es de 30 segundos.
α	

3.5.5.2 Pseudodistancia corregida. La pseudodistancia corregida para determinado satélite a la hora t es:

$$PR_{\text{corregida}} = P_{CSC} + PRC + RRC \times (t - \text{cuenta } tz) + TC + c \times (\Delta t_{sv})_{L1}$$

Donde:

P_{CSC}	pseudodistancia adaptada (definida en el numeral 3.5.5.1);
PRC	corrección de pseudodistancia del mensaje apropiado: a) para pseudodistancias con adaptación de 100 segundos, la PRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 definido en el numeral 3.5.4.2; y b) para s con adaptación de 30 segundos, la PRC es la PRC30 tomada del mensaje de tipo 11 definido en el numeral 3.5.4.11;
RRC	cambio de corrección de pseudodistancia del mensaje apropiado: a) para pseudodistancias con adaptación de 100 segundos, el RRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 definido en el numeral 3.5.4.2; y b) para pseudodistancias con adaptación de 30 segundos, el RRC es el RRC30 tomado del mensaje de tipo 11 definido en el numeral 3.5.4.11;
t	hora actual;
cuenta tz	hora de aplicación obtenida a partir de la cuenta Z modificada del mensaje que contiene la PRC y el RRC;
TC	corrección troposférica (definida en el numeral 3.5.5.3); y c y $(\Delta t_{sv})_{L1}$ definidos en el numeral 3.1.2.2 para satélites GPS.

3.5.5.3 Retardo troposférico.

3.5.5.3.1 La corrección troposférica para determinado satélite es:

$$TC = N_r h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0,002 + \sin^2(EI_i)}} (1 - e^{-\Delta h_i/h_0})$$

Donde:

- N_r = índice de refractividad del mensaje de tipo 2 (numeral 3.5.4.3);
 Δh = altura de la aeronave por encima del punto de referencia GBAS;
 EI_i = ángulo de elevación del i -ésimo satélite; y
 h_0 = altura de escala troposférica del mensaje de tipo 2.

3.5.5.3.2 La incertidumbre troposférica residual es:

$$\sigma_{\text{tropo}} = \sigma_n h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0,002 + \text{sen}^2(EI_i)}} (1 - e^{-\Delta h/h_0})$$

Siendo σ_n = la incertidumbre de refractividad del mensaje de tipo 2 (numeral 3.5.4.3).

3.5.5.4 Incertidumbre ionosférica residual. La incertidumbre ionosférica residual para determinados satélites es:

$$\sigma_{\text{iono}} = F_{pp} \times \sigma_{\text{vig}} \times (x_{\text{air}} + 2 \times \tau \times v_{\text{air}})$$

Donde:

- F_{pp} = factor de oblicuidad de vertical a inclinado de un determinado satélite (numeral 3.5.5.2);
 σ_{vig} = depende del GAST activo:
 para GAST A, B o C, $\sigma_{\text{vig}} = \sigma_{\text{vert_iono_gradiente}}$ (según se define en el numeral 3.5.4.3); y
 para GAST D, $\sigma_{\text{vig}} = \sigma_{\text{vert_iono_gradiente_D}}$ (según se define en el numeral 3.5.4.3.2.2);
 x_{air} = distancia (distancia oblicua) en metros entre la posición actual de la aeronave y el punto de referencia GBAS indicado en el mensaje de tipo 2;
 τ = depende del GAST activo:
 para GAST A, B o C, $\tau=100$ segundos (constante de tiempo utilizada en el numeral 3.5.5.1); y
 para GAST D, el valor de τ depende de si σ_{iono} se aplica en la ponderación de medición o en la limitación de la integridad. $\tau = 100$ segundos cuando σ_{iono} se usa para limitación de la integridad (según el numeral 3.5.5.1.1.1)
 y $\tau = 30$ segundos cuando σ_{iono} se usa para ponderación de la medición (según el numeral 3.5.5.1.1.2).
 v_{air} = velocidad de aproximación horizontal de la aeronave (metros por segundo).

3.5.5.5 Niveles de protección.

3.5.5.5.1 Niveles de protección para todos los tipos de servicio de aproximación GBAS. Los niveles de protección vertical y lateral (VPL y LPL) de la señal en el espacio son los límites superiores de confianza en el error de posición relativo al punto de referencia GBAS definido como:

$$\begin{aligned} \text{VPL} &= \text{MAX}\{\text{VPL}_{\text{H0}}, \text{VPL}_{\text{H1}}\} \\ \text{LPL} &= \text{MAX}\{\text{LPL}_{\text{H0}}, \text{LPL}_{\text{H1}}\} \end{aligned}$$

3.5.5.5.1.1 Condiciones de medición normales.

3.5.5.5.1.1.1 El nivel de protección vertical (VPL_{H0}) y el nivel de protección lateral (LPL_{H0}), suponiendo que existen condiciones de medición normales (es decir, sin errores) en todos los receptores de referencia y en todas las fuentes telemétricas, se calculan de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VPL}_{\text{H0}} &= K_{\text{ffmd}} \sigma_{\text{vert}} + D_v \\ \text{LPL}_{\text{H0}} &= K_{\text{ffmd}} \sigma_{\text{lat}} + D_L \end{aligned}$$

Donde:

$$\sigma_{vert} = \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{vert_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\sigma_{lat} = \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{lat_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\sigma_i^2 = \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

y

- $\sigma_{pr_gnd,i}$ depende del GAST activo:
para GAST A, B o C: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ para la i-ésima fuente telemétrica (como se define en 3.5.4.2); y
para GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd,D}$ para la i-ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.11);
- $\sigma_{tropo,i}$, $\sigma_{pr_air,i}$ y $\sigma_{iono,i}$ son las que se definen en el numeral 3.5.5.1.1.2;
- K_{frmd} = multiplicador derivado de la probabilidad de detección frustrada sin falla;
- s_{vert_i} = $S_{v,i} + S_{x,i} \times \tan(GPA)$;
- s_{lat_i} = $S_{y,i}$;
- $S_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;
- $S_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;
- $S_{v,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;
- GPA = ángulo de trayectoria de planeo para la trayectoria de aproximación final (numeral 3.5.4.5.1);
- N = número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición; e
- i = índice de la fuente telemétrica para las fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición.
- D_v = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo:
para GAST A, B o C: $D_v = 0$; y
para GAST D: D_v se calcula como la magnitud de la proyección vertical de la diferencia entre las soluciones de posición de 30 y 100 s.
- D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo: para GAST A, 0; y
para GAST D: D_L se calcula como la magnitud de la proyección lateral de la diferencia entre las soluciones de posición de 30 y 100 s.

Se define el sistema de coordenadas de referencia de tal forma que x esté a lo largo de la derrota positiva hacia adelante, y es perpendicular a la derrota positiva a la izquierda en el plano tangente horizontal local y v es positivo hacia arriba y perpendicular a x e y.

3.5.5.1.1.2 Para una solución general de posición mínima cuadrática, la matriz de proyección S se define como:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \dots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \dots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \dots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

Donde:

$$G_i = [-\cos E_i \cos A_z_i \quad -\cos E_i \sin A_z_i \quad -\sin E_i \quad 1] = i\text{-ésima hilera de } G; \text{ y}$$

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_{w,1}^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{w,2}^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{w,N}^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

Donde $\sigma_{w,i}^2 = \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$;

Donde:

$\sigma_{pr_gnd,i}$ = depende del GAST activo;
 Para GAST A, B o C o el servicio de determinación de la posición GBAS:
 $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ para la i -ésima fuente telemétrica (según se define en el numeral 3.5.4.2);
 Para GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd,30}$ para la i -ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.11);
 $\sigma_{tropo,i}$ = la incertidumbre troposférica residual para la i -ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.5.3);
 = la incertidumbre de retardo ionosférico residual (debido a descorrelación espacial) para la
 $\sigma_{iono,i}$ = la i -ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.5.4); y

$\sigma_{pr_air,i}$ = $\sqrt{\sigma_{receptor}^2(E_i) + \sigma_{multitrayecto}^2(E_i)}$, desviación normal de la contribución de la aeronave al error de pseudodistancia corregida para la i -ésima fuente telemétrica. La contribución total de aeronave comprende la contribución del receptor (3.4.8.2.1) y un margen normalizado para multitrayecto de la célula;

Donde:

$\delta_{multitrayecto,i}(E_i)$ = $0.13 + 0.53e^{-E_i/10 \text{ grad}}$, el modelo normalizado para la contribución de multitrayectos para la célula (en metros);
 E_i = ángulo de elevación de la i -ésima fuente telemétrica (en grados); y
 Az_i = el azimut de la i -ésima fuente telemétrica en el sentido contrario a las agujas del reloj en el eje x (en grados).

Para facilitar la lectura, se omitió el subíndice i de la ecuación de la matriz de proyección.

3.5.5.5.1.2 Condiciones de medición con falla. Cuando se radiodifunde el mensaje de tipo 101 sin bloques de parámetro B, los valores de VPL_{H1} y LPL_{H1} se definen como iguales a cero. De lo contrario el nivel de protección vertical (VPL_{H1}) y el nivel de protección lateral (LPL_{H1}) suponiendo que existe una falla latente en un receptor de referencia, y solamente en uno, son:

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j] + D_v$$

$$LPL_{H1} = \max [LPL_j] + D_L$$

Donde VPL_j y LPL_j para $j = 1$ a 4 los siguientes:

$VPL_j = |B_vert_j| + K_{md}, \delta_{vert,H1}$ y
 $LPL_j = |B_lat_j| + K_{md}, \delta_{lat,H1}$
 D_v = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (numeral 3.5.5.5.1.1.1);
 D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (numeral 3.5.5.5.1.1.1);

y

$$B_vert_j = \sum_{i=1}^N (s_vert_i \times Bi, j);$$

$$B_lat_j = \sum_{i=1}^N (s_lat_i \times Bi, j);$$

B_{ij} = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de pseudodistancia de radiodifusión y las correcciones obtenidas excluyendo la j -ésima medición del receptor de referencia respecto a la i -ésima fuente telemétrica;

K_{md} = multiplicador obtenido a partir de la probabilidad de una detección perdida, a condición de que el subsistema de tierra esté en falla;

$$\sigma_{\text{vert,H1}}^2 = \sum_{i=1}^N (s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_{\text{H1}_i}^2);$$

$$\sigma_{\text{lat,H1}}^2 = \sum_{i=1}^N (s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_{\text{H1}_i}^2);$$

$$\sigma_{\text{H1}_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i} \right) \sigma_{\text{pr_gnd},i}^2 + \sigma_{\text{pr_air},i}^2 + \sigma_{\text{tropo},i}^2 + \sigma_{\text{iono},i}^2;$$

$\sigma_{\text{pr_gnd},i}$ = depende del GAST activo:

Para GAST A, B o C: $\sigma_{\text{pr_gnd},i} = \sigma_{\text{pr_gnd}}$ para la i -ésima fuente telemétrica (según se define en el numeral 3.5.4.2);

Para GAST D: $\sigma_{\text{pr_gnd},i} = \sigma_{\text{pr_gnd}_D}$ para la i -ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.11);

$\sigma_{\text{tropo},i}$, $\sigma_{\text{pr_air},i}$ y $\sigma_{\text{iono},i}$ como se definen en el numeral 3.5.5.1.1.2;

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica (indicados por los valores B); y

U_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica, excluido el j -ésimo receptor de referencia.

En una falla latente se incluyen todas las mediciones erróneas que no hayan sido inmediatamente detectadas por el subsistema de tierra, de forma tal que los datos de radiodifusión estén influenciados y que haya un error de posición inducido en el subsistema de aeronave.

3.5.5.1.3 Definición de multiplicadores K para aproximación de precisión de Categoría I y APV. Los multiplicadores se presentan en la tabla B-135.

Tabla B-135. Multiplicadores K para servicios de aproximación GBAS

Multiplicador	M_i			
	1 ^(Nota)	2	3	4
K_{fimd}	6,86	5,762	5,81	5,847
K_{md}	No se utiliza	2,935	2,898	2,878

Nota.— Para GAST A con apoyo de radiodifusión de mensajes de tipo 101 sin bloque de parámetros B.

3.4.5.5.2 Servicio de determinación de la posición GBA5. El nivel de protección horizontal de la señal en el espacio es un límite superior de confianza en el error horizontal de la posición relativo al punto de referencia GBAS definido como:

$$\text{HPL} = \text{MAX}\{\text{HPL}_{\text{H0}}, \text{HPL}_{\text{H1}}, \text{HEB}\}$$

3.4.5.5.2.1 Condiciones de medición normales. El nivel de protección horizontal (HPL_{H0}), suponiendo que existen condiciones de medición normales (es decir, sin errores) en todos los receptores de referencia y en todas las fuentes telemétricas, se calcula de la forma siguiente:

$$HPL_{H0} = K_{ffmd, POS} d_{mayor}$$

donde:

$$d_{mayor} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$$

- $s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite.
 $s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite.
 $K_{ffmd, POS}$ = multiplicador derivado de la probabilidad de detección frustrada sin falla.
 N = número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición.
 i = índice de la fuente telemétrica para las fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición.
 σ_i = el término error de pseudodistancia según se define en el numeral 3.5.5.5.1.1.

Para el servicio de determinación de la posición GBAS, el eje de x y el eje de y definen una base ortogonal arbitraria en el plano horizontal.

3.5.5.5.2.2 Condiciones de medición con falla. Cuando se radiodifunde el mensaje de tipo 101 sin bloques de parámetro B, el valor de HPL_{H1} se define como igual a cero. De lo contrario, el nivel de protección horizontal (HPL_{H1}), suponiendo que existe una falla latente en un receptor de referencia, y solamente en uno, es:

$$HPL_{H1} = \max [HPL_j]$$

Siendo HPL_j para $j = 1$ a 4 lo siguiente:

$$HPL_j = |B_{horz_j}| + K_{ffmd_POS} d_{mayor, H1}$$

y

$$B_{horz_j} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N s_{x,i} B_{ij}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^N s_{y,i} B_{ij}\right)^2}$$

B_{ij} = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de pseudodistancia de radiodifusión y las correcciones obtenidas excluyendo la j-ésima medición del receptor de referencia respecto a la i-ésima fuente telemétrica.

$K_{\text{md_POS}}$ = multiplicador obtenido a partir de la probabilidad de una detección frustrada, a condición de que el subsistema de tierra esté en falla.

$$d_{\text{mayor,H1}} = \sqrt{\frac{d_{\text{H1}_x^2} + d_{\text{H1}_y^2}}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_{\text{H1}_x^2} - d_{\text{H1}_y^2}}{2}\right)^2 + d_{\text{H1}_{xy}^2}}}$$

$$d_{\text{H1}_x^2} = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_{\text{H1}_i^2}$$

$$d_{\text{H1}_y^2} = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_{\text{H1}_i^2}$$

$$d_{\text{H1}_{xy}} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_{\text{H1}_i^2}$$

Para el servicio de determinación de la posición GBAS, el eje de x y el eje de y definen una base ortogonal arbitraria en el plano horizontal.

$$\sigma_{\text{H1}_i^2} = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{\text{pr_gnd},i}^2 + \sigma_{\text{pr_air},i}^2 + \sigma_{\text{tropo},i}^2 + \sigma_{\text{iono}}^2$$

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica (indicados por los valores B).

U_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica, excluido el j -ésimo receptor de referencia.

En una falla latente se incluyen todas las mediciones erróneas que no hayan sido inmediatamente detectadas por el subsistema de tierra, de forma tal que los datos de radiodifusión estén afectados y que haya un error de posición inducido en el subsistema de aeronave.

3.5.5.2.3 Definición de multiplicadores K para el servicio de determinación de la posición GBAS. El multiplicador $K_{\text{ffmd_POS}}$ es igual a 10.0 y el multiplicador $K_{\text{md_POS}}$, es igual a 5.4.

3.5.5.6 Límites de alerta.

El cálculo de los límites de alerta depende del tipo de servicio activo.

3.5.5.6.1 Límites de alerta GAST C y D. Los límites de alerta se definen en las Tablas B-136 y B-137. Para posiciones de aeronave en las que la desviación lateral excede del doble de la desviación a la que se logra una desviación lateral de plena escala del indicador de desviación de rumbo, o cuando la desviación vertical excede del doble que se logra a una deflexión de vuelo hacia abajo de escala completa de un indicador de desviación de rumbo, los límites de alerta tanto lateral como vertical se ajustan a los valores máximos indicados en las tablas.

Tabla B-136. Límite lateral de alerta de GAST C y D

Distancia horizontal de la posición de la aeronave desde LTP/FTP trasladada a lo largo de la trayectoria de aproximación final (metros)	Límite lateral de alerta (metros)
$291 < D \leq 873$	FASLAL
$873 < D \leq 7\ 500$	$0.0044D \text{ (m)} + \text{FASLAL} - 3.85$
$D > 7\ 500$	$\text{FASLAL} + 29.15$

Tabla B-137. Límite vertical de alerta de GAST C y D

Altura por encima del LTP/FTP de la posición de la aeronave trasladada hacia la trayectoria de aproximación final (pies)	Límite vertical de alerta (metros)
$100 < H \leq 200$	FASVAL
$200 < H \leq 1\ 340$	$0.02925H \text{ (ft)} + \text{FASVAL} - 5.85$
$H > 1\ 340$	$\text{FASVAL} + 33.35$

3.5.5.6.2 Límites de alerta GAST A y B. Los límites de alerta son iguales a FASLAL y FASVAL tomados del mensaje de tipo 4 para aproximaciones con números de canal en la gama de 20 001 a 39 999. Para aproximaciones con números de canal en la gama de 40 000 a 99 999, los límites de alerta se almacenan en la base de datos de a bordo.

3.5.5.7 Número de canal. Cada aproximación GBAS transmitida desde el subsistema de tierra está asociada a un número de canal en la gama de 20 001 a 39 999. El servicio de determinación de la posición GBAS, si se proporciona, está asociado a un número de canal aparte en la gama de 20 001 a 39 999. El número de canal está dado por:

$$\text{Número de canal} = 20\ 000 + 40 (F - 108.0) + 411(S)$$

Donde:

F = frecuencia de radiodifusión de datos (MHz);
S = RPDS o RSDS

y

RPDS = selector de datos de trayectoria de referencia para el bloque de datos FAS (según lo definido en 3.5.4.5.1)
RSDS = selector de datos de la estación de referencia para el subsistema de tierra GBAS (según lo definido en 3.5.4.3.1)

Para números de canal transmitidos en el bloque de datos adicional 2 del mensaje de tipo 2 (según lo definido en el numeral 3.5.4.3.2.1), solamente se utiliza RSDS.

Cuando no se radiodifunde FA5 para una APV, la aproximación GBAS está asociada a un número de canal en la gama de 40 000 a 99 999.

3.4.5.8 Límite de la posición del error de efemérides. Los límites de la posición del error de efemérides se calculan únicamente para las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites utilizadas en la solución de la posición (índice j) y no para otros tipos de fuentes telemétricas (satélites o pseudólites SBAS) que no están sujetos a fallas de efemérides no detectadas. No obstante, en los cálculos de estos límites de posición se utiliza la información de todas las fuentes telemétricas empleadas en la solución de la posición (índice i).

3.5.5.8.1 Aproximación GBAS. Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral se definen de la manera siguiente:

$$VEB = \text{MAX}_j \{VEB_j\} + D_v$$

$$LEB = \text{MAX}_j \{LEB_j\} + D_L$$

Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral para la j-ésima fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de posición, se obtienen aplicando lo siguiente:

$$VEB_j = \left| s_{\text{vert}_j} \right| x_{\text{air}} P_{ej} + K_{\text{md}_{ej}} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

$$LEB_j = \left| s_{\text{lat}_j} \right| x_{\text{air}} P_{ej} + K_{\text{md}_{ej}} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

Donde:

D_v	=	parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (numeral 3.5.5.1.1.1);
D_L	=	parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (numeral 3.5.5.1.1.1);
$s_{\text{vert}_{i \circ j}}$		se define en el numeral 3.5.5.1.1;
$s_{\text{lat}_{i \circ j}}$		se define en el numeral 3.5.5.1.1;
x_{air}		se define en el numeral 3.5.5.4;
N		número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición; se define en el numeral 3.5.5.1.1;
δ_i		parámetro de descorrelación de las efemérides de radiodifusión para la j-ésima fuente telemétrica. La fuente de este parámetro depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo:
P_{ej}		GAST A, B o C: $P_{ej} = P$ del mensaje de tipo 1 o tipo 101 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.2.3); GAST D: $P_{ej} = PD$ del mensaje de tipo 11 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.11.3);
$K_{\text{md}_{ej}}$		multiplicador de detección frustrada de efemérides de radiodifusión para GAST A-C asociado a la constelación de satélites para la j-ésima fuente telemétrica. La fuente de este parámetro depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo: GAST A, B o C: $K_{\text{md}_{ej}} = K_{\text{md}_{eGPS}}$ obtenido del bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2 (numeral 3.5.4.3.1);

GAST D: $K_{md,e,j} = K_{md,e,D,GPS}$ vienen del bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2 (numeral 3.5.4.3.2.2).

3.5.5.8.2 Servicio de determinación de la posición GBAS. El límite de la posición del error de efemérides horizontal se define de la manera siguiente:

$$HEB = \text{MAX} \{HEB_j\}$$

j

El límite de la posición del error de efemérides horizontal para la j -ésima fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición, se obtiene aplicando lo siguiente:

$$HEB_j = |S_{horzj}| X_{air} P_j + K_{md,e,POS} d_{mayor}$$

Donde:

$S_{horzj}^2 =$	$S_{xj}^2 + S_{yj}^2$
S_{xj}	se define en el numeral 3.5.5.5.2.1.
S_{yj}	se define en el numeral 3.5.5.5.2.1.
X_{air}	se define en el numeral 3.3.5.4.
P_j	parámetro de descorrelación de las efemérides de radiodifusión para la j -ésima fuente telemétrica $K_{md,e,POS}$ multiplicador de detección frustrada de efemérides de radiodifusión para el servicio de determinación de la posición GBAS asociado a la constelación de satélites para la j -ésima fuente telemétrica (numeral 3.5.4.2.3).
$K_{md,e,POS,GPS}$	multiplicador de detección frustrada de efemérides de radiodifusión para el servicio de determinación de la posición GBAS asociado a la constelación de satélites para la j -ésima fuente telemétrica ($K_{md,e,POS,GPS}$);
d_{mayor}	se define en el numeral 3.5.5.5.2.1.

3.5.5.9 Error de gradiente ionosférico.

El máximo error de pseudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos no detectado causado por un gradiente ionosférico (E_{IG}) se calcula basándose en los parámetros de radiodifusión Y_{EIG} y M_{EIG} , como sigue:

$$E_{IG} = Y_{EIG} + M_{EIG} \times D_{EIG}$$

Donde:

$Y_{EIG} =$	el valor máximo de E_{IG} (metros) en el mensaje de tipo 2;
$M_{EIG} =$	pendiente de E_{IG} (m/km) máximo en el mensaje de tipo 2;
$D_{EIG} =$	la distancia en kilómetros entre el emplazamiento del LTP para la radiodifusión de aproximación seleccionada en el mensaje de tipo 4 y el punto de referencia GBAS en el mensaje de tipo 2.

3.5.6 Tablas de mensajes.

Cada mensaje GBAS se codificará de conformidad con el formato de mensaje correspondiente definido en las Tablas B-138 a B-144.

La estructura de tipo de mensaje se define en el numeral 3.5.4.1.

Tabla B-138. Mensaje de correcciones de pseudodistancia de tipo 1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1199.9 s	0.1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1
Número de mediciones (N)	5	0 a 18	1
Tipo de medición	3	0 a 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides (P)	8	0 a 1.275×10^{-3} m/m	5×10^{-6} m/m
CRC de efemérides	16	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente Para N bloques de medición	8	0 a 2 540 s	10 s
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	± 327.67 m	0.01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	± 32.767 m/s	0.001 m/s
σ_{pr-gnd}	8	0 a 5.08 m	0.02 m
B ₁	8	± 6.35 m	0.05 m
B ₂	8	± 6.35 m	0.05 m
B ₃	8	± 6.35 m	0.05 m
B ₄	8	± 6.35 m	0.05 m

Tabla B-139. Mensaje de correcciones de pseudodistancia GRAS de tipo 101

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1199.9 s	0.1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1
Número de mediciones (N)	5	0 a 18	1
Tipo de medición	3	0 a 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides (P)	8	0 a 1.275×10^{-3} m/m	5×10^{-6} m/m
CRC de efemérides	16	—	—
Duración de disponibilidad de fuente	8	0 a 2 540 s	10 s
Número de parámetros B	1	0 ó 4	—
Extra	7	—	—
Para N bloques de medición			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	± 327.67 m	0.01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	± 32.767 m/s	0.001 m/s
σ_{pr-gnd}	8	0 a 50.8 m	0.2 m
Bloque de parámetro B (si se proporciona)			
B ₁	8	± 25.4 m	0.2 m
B ₂	8	± 25.4 m	0.2 m
B ₃	8	± 25.4 m	0.2 m
B ₄	8	± 25.4 m	0.2 m

Tabla B-140. Mensaje de correcciones de pseudodistancia de tipo 11 (pseudodistancias con adaptación de 30 segundos)

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 – 1199.9 s	0.1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 – 3	1
Número de mediciones	5	0 – 18	1
Tipo de medición	3	0 – 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides D (P _D) (Notas 1, 3)	8	0 – 1.275 × 10 ⁻³ m/m	5 × 10 ⁻⁶ m/m
Para N bloques de medición:			
ID de fuente telemétrica	8	1 – 255	1
Corrección de pseudodistancia (PRC ₃₀)	16	±327.67 m	0.01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±32.767 m/s	0.001 m/s
Sigma_PR_gnd_D (σ _{pr_gnd_D}) (Nota 2)	8	0 – 5.08 m	0.02 m
Sigma_PR_gnd_30 (σ _{pr_gnd_30}) (Nota 2)	8	0 – 5.08 m	0.02 m

1. Para satélites SBAS, el parámetro se pone a todos ceros.
2. 1111 1111 indica que la fuente no es válida.
3. El parámetro está asociado al primer bloque de medición transmitido

Tabla B-141. Mensaje de datos relativo a GBAS de tipo 2

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Receptores de referencia GBAS	2	2 a 4	—
Letra de designación de exactitud en tierra	2	—	—
Extra	1	—	—
Designador de continuidad/integridad GBAS	3	0 a 7	1
Declinación magnética local	11	±180°	0.25°
Reservado y puesto a cero (00000)	5	—	—
σ _{vert-iono-gradiente}	8	0 a 25.5 × 10 ¹⁶ m/m	0,1 × 10 ¹⁶ m/m
Índice de refractividad	8	16 a 781	3
Altura de escala	8	0 a 25 500 m	100 m
Incertidumbre de refractividad	8	0 a 255	1
Latitud	32	±90.0°	0.0005 arcseg
Longitud	32	±180.0°	0.0005 arcseg
Altura del punto de referencia GBAS	24	±83 886.07 m	0.01 m
Bloque de datos adicional 1 (si se proporciona)			
Selector de datos de estación de referencia	8	0 a 48	1
Distancia de uso máxima (D _{max})	8	2 a 510 km	2 km
K _{md-e} POS,GPS	8	0 a 12.75	0.05
K _{md-e} ,GPS	8	0 a 12.75	0.05
K _{md-e} POS,GNASS	8	0 a 12.75	0.05
K _{md-e} ,GNASS	8	0 a 12.75	0.05
Bloques de datos adicionales (se repite para todos los proporcionados)			
Longitud de bloque de datos adicional	8	2 a 255	1
Número de bloque de datos adicional	8	2 a 255	1
Parámetros de datos adicionales	Variable	—	—

Pueden adjuntarse múltiples bloques de datos adicionales a un mensaje de tipo 2.

Tabla B-142. Mensaje nulo de tipo 3

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Relleno	Variable (nota)	N/A	N/A

El número de bytes del campo de relleno es 10 menos que el valor correspondiente al campo de la longitud del mensaje del encabezado del mensaje como se definió en el numeral 3.5.3.4.

Tabla B-143. Mensaje de datos FAS de tipo 4

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para N conjuntos de datos			
Longitud de conjunto de datos	8	2 a 212	1 byte
Bloque de datos FAS	304	—	—
Límite de alerta vertical/estado de aproximación FAS	8		
(1) cuando el designador de actuación de aproximación asociado (APD) está codificado como 0		0 a 50.8 m	0.2 m
(2) cuando el designador de actuación de aproximación asociado (APD) no está codificado como 0		0 a 25.4 m	0.1 m
Límite de alerta lateral/estado de aproximación FAS	8	0 a 50.8 m	0.2 m

Tabla B-144. Mensaje de disponibilidad de la fuente telemétrica prevista de tipo 5

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1199.9 s	0.1 s
Extra	2	—	—
Número de fuentes afectadas (N)	8	0 a 31	1
Para N fuentes afectadas			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Sentido de la disponibilidad de la fuente	1	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	7	0 a 1270 s	10 s
Número de aproximaciones con obstáculos (A)	8	0 a 255	1
Para aproximaciones con obstáculos A			
Selector de datos de trayectoria de referencia	8	0 a 48	—
Número de fuentes afectadas para esta aproximación (N _A)	8	1 a 31	1
Para N _A fuentes telemétricas afectadas en esta aproximación			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Sentido de disponibilidad de la fuente	1	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	7	0 a 1270 s	10 s

3.5.7 Elementos ajenos a la aeronave.

3.5.7.1 Actuación.

3.5.7.1.1 Exactitud.

3.5.7.1.1.1 La media cuadrática (RMS) (1 sigma) de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de pseudodistancia corregida para satélites GPS será:

$$\text{RMS}_{\text{pr_gnd}} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n/\theta_0})^2}{M} + (a_2)^2}$$

- M = el número de receptores de referencia GNSS, según lo indicado en el parámetro de mensaje de tipo 2 (numeral 3.4.4.3), o, cuando este parámetro esté codificado para indicar "no aplicable", el valor de M se define como 1;
- N = enésima fuente telemétrica;
- ϕ_n = ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y
- $a_0, a_1, a_2, \text{ y } \phi_0$ = parámetros definidos en las Tablas B-74 y B-75 para cada uno de los designadores definidos de exactitud en tierra (GAD).

El requisito de exactitud del subsistema de tierra GBAS está determinado por la letra de designador GAD y por el número de receptores de referencia instalados.

En la contribución del subsistema de tierra al error de pseudodistancia corregida especificado en las Tablas B-145 y B-146 y en la contribución a los satélites SBAS no se incluyen el ruido de aeronave ni los multitrayectos de aeronave.

Tabla B-145. Parámetros GBAS — Parámetros de requisito de exactitud GPS

Letra de designador de exactitud de tierra	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)	a_2 (metros)
A	≥ 5	0,5	1,65	14,3	0,08
B	≥ 5	0,16	1,07	15,5	0,08
C	> 35	0,15	0,84	15,5	0,04
	5 a 35	0,24	0	—	0,04

Tabla B-146. GBAS — Parámetros de requisito de exactitud GLONASS

Letra de designador de exactitud de tierra	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)	a_2 (metros)
A	≥ 5	1,58	5,18	14,3	0,078
B	≥ 5	0,3	2,12	15,5	0,078
C	> 35	0,3	1,68	15,5	0,042
	5 a 35	0,48	0	—	0,042

3.4.7.1.1.2 La RMS de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de pseudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos para satélites SBAS será:

$$\text{RMS}_{\text{pr_gnd}} \leq \frac{1.8}{\sqrt{M}} \text{ (metros)}$$

Con M definido en el numeral 3.4.7.1.1.1.

Están en preparación las clasificaciones GAD para fuentes telemétricas SBAS.

3.5.7.1.2 Integridad.

3.5.7.1.2.1 Riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS.

3.5.7.1.2.1.1 Riesgo de integridad del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS.

3.5.7.1.2.1.1.1 Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para los tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS. Para los subsistemas de tierra GBAS clasificados como FAST A, B o C, el riesgo de integridad será inferior a 1.5×10^{-7} por aproximación.

El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS, del que se ha excluido el riesgo de integridad de nivel de protección (numeral 3.5.7.1.2.2.1) y se han incluido los efectos de las demás fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites. En el riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS se incluye el riesgo de integridad de la monitorización de las señales de satélite requerido en el numeral 3.5.7.3.3.

Se define el riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas usando cualquier dato GBAS que la aeronave podría utilizar en el volumen de servicio, lleva a un error de la posición relativa vertical o lateral fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo de la señal en el espacio. Un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede el nivel de protección de los servicios de aproximación GBAS y el límite de la posición del error de efemérides, si se radiodifunde un bloque de datos adicional 1.

3.5.7.1.2.1.1.2 Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para el tipo D de servicio de aproximación GBAS. Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, el riesgo de integridad para todos los efectos que no sean los errores inducidos por condiciones ionosféricas anómalas será inferior a 1.5×10^{-7} por aproximación.

El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS del que se ha excluido el riesgo de integridad del nivel de protección (numeral 3.4.7.1.2.2.1) y se han incluido los efectos de todas las otras fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites.

Para GAST D, el riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas usando cualquier dato GBAS que la aeronave podría utilizar en el volumen de servicio, en ausencia de una anomalía ionosférica, lleva a un error de la posición relativa vertical o lateral fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo de la señal en el espacio. Un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede el nivel de protección de los servicios de aproximación de GBAS y el límite de la posición del error de efemérides. Para GAST D, las

condiciones fuera del límite de tolerancia a causa de errores ionosféricos anómalos se excluyen de este riesgo de integridad porque el riesgo debido a anomalías ionosféricas se ha atribuido al segmento de a bordo y es mitigado por el mismo.

3.5.7.1.2.1.3 Riesgo de integridad del subsistema de tierra para el GAST D. Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, la probabilidad de que el subsistema de tierra genere internamente y transmita información no conforme por más de 1.5 segundos será inferior a 1×10^{-9} en un aterrizaje.

Este requisito de riesgo de integridad adicional para los subsistemas de tierra GBAS FAST D se define en función de la probabilidad de que fallas internas del subsistema de tierra generen información no conforme. La información no conforme en este contexto se define con respecto a la función prevista del subsistema de tierra de dar apoyo a operaciones de aterrizaje en mínimos de Categoría III. Por ejemplo, la información no conforme incluye cualquier señal de radiodifusión o información de radiodifusión que no se monitoriza de conformidad con la norma.

Las condiciones del medio ambiente (interferencias ionosféricas, troposféricas o de radiofrecuencias anómalas, trayectos múltiples de la señal GNSS, entre otras), no se consideran fallas; sin embargo, las fallas en el equipo del subsistema de tierra que se usa para monitorizar o mitigar los efectos de estas condiciones medioambientales se incluyen en este requisito. De manera similar, se excluyen de este requisito las fallas de la fuente telemétrica de la constelación principal de satélites. No obstante, se incluye la capacidad del subsistema de tierra de monitorizar la integridad de estas fuentes telemétricas. Los requisitos de monitorización de las fallas de la fuente telemétrica y las condiciones medioambientales ionosféricas se especifican separadamente en los numerales 3.5.7.3.3.2, 3.5.7.3.3.3 y 3.5.7.3.4.

Las fallas que ocurren en los receptores de tierra utilizados para generar correcciones de radiodifusión se excluyen de este requisito cuando ocurren en uno cualquiera de los receptores de tierra, y en sólo uno, en cualquier momento. Estas fallas están limitadas por el requisito que figura en el numeral 3.5.7.1.2.2.1.2 y el requisito de riesgo de integridad conexo que figura en los numerales 3.5.7.1.2.2.1 y 3.5.7.1.2.2.1.1.

3.5.7.1.2.1.2 Tiempo hasta alerta del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS.

3.5.7.1.2.1.2.1 Tiempo hasta alerta máximo para servicios de aproximación.

3.5.7.1.2.1.2.1.1 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, B, C o D, el tiempo hasta alerta máximo del subsistema de tierra GBAS será inferior o igual a 3 segundos para todos los requisitos de integridad de la señal en el espacio (véase el Apéndice Normativo A, numerales 3.5.7.1.2.1.1.1, 3.5.7.1.2.1.1.2, 3.4.7.1.2.2.1) cuando se radiodifundan mensajes de tipo 1.

El tiempo hasta alerta del subsistema de tierra es el tiempo entre el principio del error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia y la transmisión del último bit del mensaje que incluye los datos de integridad que reflejan la condición.

Para los subsistemas de tierra FAST D, se aplican los requisitos adicionales para monitorizar el dominio de la distancia de los numerales 3.5.7.3.3.2, 3.5.7.3.3.3 y 3.5.7.3.4. En estos párrafos, se definen los límites de tiempo para que el sistema de tierra detecte errores de pseudodistancia fuera de los límites de tolerancia y dé la alerta al receptor de a bordo.

3.5.7.1.2.1.2.1.2 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, el tiempo máximo hasta alerta de la señal en el espacio del subsistema de tierra GBAS será inferior o igual a 5,5 segundos cuando se radiodifundan mensajes de tipo 101.

3.5.7.1.2.1.3 FASLAL y FASVAL del subsistema de tierra.

3.5.7.1.2.1.3.1 Para bloques de datos FAS de mensaje de tipo 4 con APD codificado como 1, 2, 3 o 4, el valor FASLAL para cada bloque FAS, según lo definido en el campo de límite de alerta lateral FAS del mensaje de tipo 4, no será superior a 40 metros, y el valor FASVAL para cada bloque FAS, según lo definido en el campo de límite de alerta vertical FAS del mensaje de tipo 4, no será superior a 10 metros.

3.5.7.1.2.1.3.2 Para bloques de datos FAS de mensaje de tipo 4 con APD codificado como cero, el valor FASLAL y FASVAL no será superior a los límites de alerta lateral y vertical indicados en el numeral 3.5.2.4, para el uso operacional previsto.

3.6.7.1.2.1.4 Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para el servicio de determinación de la posición GBAS. Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, el riesgo de integridad será inferior a 9.9×10^{-8} por hora.

El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS, del que se ha excluido el riesgo de integridad del nivel de protección (numeral 3.5.7.1.2.2.2) y se han incluido los efectos de las demás fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites. En el riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS se incluye el riesgo de integridad de la supervisión de las señales de satélite requerido en el numeral 3.5.7.3.3.

El riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas, usando cualquier dato GBAS que podría utilizar la aeronave, lleva a un error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo. Un error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede tanto del nivel de protección horizontal como del límite de la posición del error de efemérides horizontal.

3.5.7.1.2.1.4.1 Tiempo hasta alerta para el servicio de determinación de la posición GBAS. El tiempo hasta alerta máximo del subsistema de tierra será inferior o igual a 3 segundos cuando se radiodifunden mensajes de tipo 1 e inferior o igual a 5.5 segundos cuando se radiodifunden mensajes de tipo 101.

El tiempo hasta alerta es el tiempo entre el inicio del error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia y la transmisión del último bit del mensaje que contiene los datos de integridad que reflejan la condición.

3.5.7.1.2.2 Riesgo de integridad del nivel de protección.

3.5.7.1.2.2.1 Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicios de aproximación GBAS, el riesgo de integridad del nivel de protección será inferior a 5×10^{-8} por aproximación.

El riesgo de integridad del nivel de protección de los servicios de aproximación es el riesgo de integridad debido a errores no detectados en la solución de posición con adaptación de 100 s relativa al punto de referencia GBAS que sean superiores a los niveles de protección asociados en virtud de las dos siguientes condiciones:

- a) Condiciones de medición normal definidas en el numeral 3.5.5.5.1.1 con D_v y D_L puestos a cero; y
- b) Condiciones de medición con falla definidas en el numeral 3.5.5.5.1.2 con D_v y D_L puestos a cero.

La limitación del subsistema de tierra de la solución de posición GAST D con adaptación de 100 s garantizará que la solución de posición GAST D con adaptación de 30 segundos esté limitada.

3.5.7.1.2.2.1 Requisitos de limitación adicionales para subsistemas de tierra FAST D. σ_{vert} (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{H0}) y σ_{lat} (utilizado en el cálculo del nivel de protección LPL_{H0}) para GAST D formados basándose en los parámetros de radiodifusión (definidos en el numeral 3.5.5.1.1.1) y excluyendo la contribución de a bordo satisfarán la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a σ_{vert} y σ_{lat} limiten las distribuciones de error vertical y lateral de los errores de corrección diferencial combinados, como sigue:

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

Donde:

$f_n(x)$ = función de densidad de probabilidad del error vertical o lateral diferencial excluyendo la contribución de a bordo, y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$\sigma_{\text{vert,HI}}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{HI}) y $\sigma_{\text{lat,HI}}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección LPL_{HI}) para GAST D formados basándose en los parámetros de radiodifusión (definidos en el numeral 3.5.5.1.2) y excluyendo la contribución de a bordo limitarán los errores de corrección diferencial combinados (como se definen más arriba) formados por todos los subconjuntos posibles con un receptor de referencia excluido.

La contribución de a bordo se trata en el numeral 3.5.8.3.2.1 en combinación con el uso del modelo estándar de trayectos múltiples de a bordo definido en el numeral 3.5.5.1.1.2.

Los errores de corrección diferencial combinados se refieren a las correcciones con adaptación de código portadora con constante de tiempo de adaptación de 100 segundos.

3.5.7.1.2.2.1.2 Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, el régimen de mediciones erróneas de uno cualquiera de los receptores de referencia, y de sólo uno, será inferior a 1×10^{-5} por 150 segundos.

Puede haber mediciones erróneas debido a fallas en el receptor o a raíz de condiciones medioambientales exclusivas de un emplazamiento específico del receptor de referencia.

3.5.7.1.2.2.2 Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, el riesgo de integridad del nivel de protección del servicio de determinación de la posición será inferior a 10^{-9} por hora.

El riesgo de integridad del nivel de protección del servicio de determinación de la posición GBAS es el riesgo de integridad debido a errores no detectados en la posición relativa horizontal al punto de referencia GBAS que sean superiores a los niveles de protección del servicio de determinación de la posición GBAS en virtud de las dos siguientes condiciones:

- a) Condiciones de medición normal definidas en el numeral 3.5.5.5.2.1; y
- b) Condiciones de medición con falla definidas en el numeral 3.5.5.5.2.2.

3.5.7.1.3 Continuidad de servicio.

3.5.7.1.3.1 Continuidad de servicio para los servicios de aproximación. La continuidad de servicio del subsistema de tierra GBAS será superior o igual a $1 - 8.0 \times 10^{-6}$ durante 15 segundos.

La continuidad de servicio del subsistema de tierra GBAS es la probabilidad promedio, por período de 15 segundos, de que la radiodifusión de datos VHF transmita datos dentro de la tolerancia, la intensidad de campo de la radiodifusión de datos VHF esté dentro de la gama especificada y los niveles de protección sean inferiores a los límites de alerta, comprendidos con cambios de la configuración que ocurra debido al segmento espacial. Este requisito de continuidad de servicio es la atribución total de la continuidad de la actuación de la señal en el espacio especificada la Tabla 3.7.2.4-1 y, por consiguiente, todos los riesgos para la continuidad comprendidos en esta especificación deben ser tenidos en cuenta por el proveedor del subsistema de tierra.

3.5.7.1.3.2 Requisitos adicionales de continuidad de servicio para FAST D. La probabilidad de falla o de alerta falsa de un subsistema de tierra GBAS, excluyendo la monitorización de la fuente telemétrica, que cause una interrupción no programada del servicio por un período de 1.5 segundos o más no será superior a 2.0×10^{-6} durante cualquier intervalo de 15 segundos. La probabilidad de que el subsistema de tierra excluya una fuente telemétrica sin falla en particular de las correcciones del tipo 1 o del tipo 11 debido a detección falsa por los monitores de integridad de tierra no será superior a 2.0×10^{-7} en cualquier intervalo de 15 segundos.

La pérdida de servicio incluye fallas que provocan la pérdida de radiodifusión de datos VHF, falta de intensidad de campo de la radiodifusión de datos VHF, fallas que generan transmisión de datos de radiodifusión VHF fuera de los límites de tolerancia, y alerta debida a una falla de integridad.

La continuidad para FAST D se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra continúe proporcionando los servicios asociados a las funciones previstas del subsistema de tierra. La continuidad total de la actuación del sistema de navegación de la aeronave en el dominio de posición debe evaluarse en el contexto de una integración específica de la geometría de satélites y el avión. La evaluación de la continuidad del servicio de navegación del dominio de posición es responsabilidad del usuario de a bordo para el GAST D.

3.5.7.1.3.3 Continuidad del servicio de determinación de la posición.

Para los subsistemas GBAS de tierra que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, podrá haber requisitos de continuidad adicionales dependiendo de las operaciones previstas.

3.5.7.2 Requisitos funcionales.

3.5.7.2.1 Generalidades.

3.5.7.2.1.1 Regímenes de radiodifusión de datos.

3.5.7.2.1.1.1 Los subsistemas de tierra GBAS radiodifundirán los tipos de mensajes que se definen en la Tabla B-147 conforme a los tipos de servicio apoyados por el subsistema de tierra.

3.5.7.2.1.1.2 Cada subsistema de tierra GBAS radiodifundirá mensajes de tipo 2 con bloques de datos adicionales según se requiera para dar apoyo a las operaciones previstas.

3.5.7.2.1.1.3 Cada subsistema de tierra GBAS que apoye los tipos de servicio de aproximación GBAS (GAST) B, C o D radiodifundirá bloques FAS en los mensajes de tipo 4 para estas aproximaciones. Si un subsistema de tierra GBAS presta apoyo a aproximaciones con GAST A o B y no radiodifunde bloques FAS para las aproximaciones correspondientes, radiodifundirá el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.

Los bloques FAS para procedimientos APV pueden mantenerse en una base de datos a bordo de la aeronave. La radiodifusión del bloque de datos adicional 1 permite que el receptor de a bordo seleccione el subsistema de tierra GBAS que presta apoyo a los procedimientos de aproximación en la base de datos de a bordo. También pueden radiodifundirse bloques FAS para prestar apoyo a operaciones de la aeronave sin ninguna base de datos de a bordo.

3.5.7.2.1.1.4 Cuando se utiliza el mensaje de tipo 5, el subsistema de tierra radiodifundirá el mensaje de tipo 5 a un régimen que se conforme a la Tabla B-148.

Cuando la máscara normal de 5° no sea adecuada para describir la visibilidad del satélite ya sea en las antenas del subsistema de tierra, ya sea en una aeronave durante una aproximación determinada, puede utilizarse el mensaje de tipo 5 para radiodifundir información adicional a la aeronave.

3.5.7.2.1.1.5 Regímenes de radiodifusión de datos. Para todos los tipos de mensaje que se requiera radiodifundir, se proporcionarán en cada punto dentro de la cobertura mensajes que satisfagan los requisitos de intensidad de campo en los numerales 3.7.3.5.4.4.1.2 y 3.7.3.5.4.4.2.2 y los regímenes mínimos indicados en la Tabla B-148. Los regímenes totales de radiodifusión de un mensaje desde todos los sistemas de antena del subsistema de tierra combinados no excederán de los regímenes máximos indicados en la Tabla B-148.

3.5.7.2.1.2 Identificador de bloque de mensaje. El MBI se pondrá ya sea a normal o a prueba, de conformidad con la codificación indicada en el numeral 3.5.3.4.1.

3.5.7.2.1.3 Autenticación de la VDB.

3.5.7.2.1.3.1 Todos los subsistemas de tierra GBAS deberán apoyar la autenticación de la VDB (véase el numeral 3.5.7.4)

3.5.7.2.1.3.2 Todos los subsistemas de tierra clasificados como FAST D apoyarán la autenticación de la VDB (véase el numeral 3.5.7.4)

3.5.7.2.2 Correcciones de pseudodistancia.

3.5.7.2.2.1 Latencia del mensaje. El tiempo entre la hora indicada por la cuenta Z modificada y el último bit de la radiodifusión del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 no excederá de 0.5 segundos.

3.5.7.2.2.2 Datos de baja frecuencia. Salvo durante un cambio de efemérides, la primera fuente telemétrica en el mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 se pondrá en secuencia de forma que los datos de baja frecuencia (definidos en el numeral 3.5.4.2.1 para mensajes de tipo del numeral 3.5.4.11.1 para mensajes de tipo 11 y el numeral 3.5.4.10.1 para mensajes de tipo 101) para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites sean transmitidos por lo menos una vez cada 10 segundos. Durante un cambio de efemérides, la primera fuente telemétrica se pondrá en secuencia de forma que los datos de baja frecuencia para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites se transmitan por lo menos una vez cada 27 segundos. Cuando se reciben nuevos datos de efemérides de la fuente telemétrica de constelación principal de satélites, el subsistema de tierra utilizará los datos de la efeméride previa desde cada satélite hasta que se haya recibido de forma continua, por lo menos en los últimos 2 minutos, pero realizará una

transición a los nuevos datos de efemérides antes de que hayan transcurrido 3 minutos. Cuando se efectúe la transición al uso de los nuevos datos de efemérides para determinada fuente telemétrica, el subsistema de tierra radiodifundirá la nueva CRC de efemérides y la información de baja frecuencia conexas, a saber, P y PD, para todos los casos en los que la fuente telemétrica proporcione información de baja frecuencia en mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 en las 3 siguientes tramas consecutivas. Para una determinada fuente telemétrica, el subsistema de tierra continuará transmitiendo los datos correspondientes a los datos de efemérides previos hasta que se transmita la nueva efeméride CRC en los datos de baja frecuencia del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101. Si la CRC de efemérides se modifica y el IOS no se modifica, el subsistema de tierra considerará como inválida la fuente telemétrica.

El retardo antes de la transmisión de efemérides da suficiente tiempo al subsistema de aeronave para recopilar los nuevos datos de efemérides.

Tabla B-147. Tipos de mensaje GBAS para cada tipo de servicio al que se presta apoyo

Tipo de mensaje	GAST A – Nota 1	GAST B – Nota 1	GAST C – Nota 1	GAST D – Nota 1
MT 1	Facultativo – Nota 2	Requerido	Requerido	Requerido
MT 2	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
MT2-ADB 1	Facultativo – Nota 3	Facultativo – Nota 3	Facultativo – Nota 3	Requerido
MT2-ADB 2	Facultativo – Nota 4	Facultativo – Nota 4	Facultativo – Nota 4	Facultativo
MT2-ADB 3	No se utiliza	No se utiliza	No se utiliza	Requerido
MT2-ADB 4	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Requerido
MT 3- Nota 5	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Requerido
MT 4	Facultativo	Requerido	Requerido	Requerido
MT 5	Facultativo	Facultativo	Facultativo	Facultativo
MT 11 – Nota 6	No se utiliza	No se utiliza	No se utiliza	Requerido
MT 101	Facultativo – Nota 2	No permitido	No permitido	No permitido

Definición de términos.

- **Requerido:** El mensaje debe transmitirse cuando se apoye el tipo de servicio;
- **Facultativo:** La transmisión del mensaje es facultativa cuando se apoya el tipo de servicio (no se utiliza en algunos o todos los subsistemas de a bordo);
- **Recomendado:** El uso del mensaje es facultativo, pero se recomienda cuando se apoya el tipo de servicio;
- **No se utiliza:** El mensaje no es utilizado por los subsistemas de a bordo para este tipo de servicio;
- **No permitido:** La transmisión del mensaje no se permite cuando se apoya el tipo de servicio.

Los subsistemas de tierra que apoyan tipos de servicio GAST A pueden radiodifundir mensajes de tipo 1 o 101, pero no ambos.

Se requiere MT2-ADB1 si se ofrece servicio de determinación de la posición.

Se requiere MT2-ADB2 si se ofrece servicio GRAS.

El uso de MT3 se recomienda (GAST A, B, C) o se requiere (GAST-D) solamente para satisfacer los requisitos de ocupación de intervalo señalados en el numeral 3.S.7.4.1.3.

Tabla B-148. Regímenes de radiodifusión de datos VHF del GBAS

Tipo de mensaje	Régimen mínimo de radiodifusión	Régimen máximo de radiodifusión
1 o 101	Para cada tipo de medición: todos los bloques de medición una vez por trama (nota)	Para cada tipo de medición: todos los bloques de medición una vez por intervalo
2	Una vez por cada 20 tramas consecutivas	Una vez por trama (excepto por lo indicado en 3.5.7.4.1.2)
3	El régimen depende de la longitud del mensaje y la programación de otros mensajes (véase 3.5.7.4.1.3)	Una vez por intervalo y ocho veces por trama
4	Todos los bloques FAS una vez por cada 20 tramas consecutivas	Todos los bloques FAS una vez por trama
5	Todas las fuentes aquí afectadas una vez por cada 20 tramas consecutivas	Todas las fuentes aquí afectadas una vez por cada 5 tramas consecutivas
11	Para cada tipo de medición: Todos los bloques de medición una vez por trama (véase nota)	Para cada tipo de medición: Todos los bloques de medición una vez por intervalo

Nota.— Un mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 o dos mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 que están enlazados mediante la bandera adicional de mensaje descrita en 3.5.4.2, 3.5.4.10.3 o 3.5.4.11.3.

3.5.7.2.2.3 Corrección de pseudodistancia de radiodifusión. Cada corrección de pseudodistancia de radiodifusión estará determinada combinando la estimación de corrección de pseudodistancia para la fuente telemétrica pertinente calculada a partir de cada uno de los receptores de referencia. Para cada satélite las mediciones utilizadas en esta combinación se obtendrán a partir de los mismos datos de efemérides. Las correcciones se basarán en las mediciones de pseudodistancia de código para cada satélite utilizando la medición de portadora de un filtro de ajuste de conformidad con Apéndice Normativo A, numeral 3.5.5.1.

3.5.7.2.2.4 Parámetros de integridad de la señal en el espacio radiodifundida. El subsistema de tierra proporcionará los parámetros σ_{pr_gnd} y B para cada corrección de pseudodistancia en el mensaje de tipo 1 de forma que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en el numeral 3.5.7.1.2.2. para GAST A, B y C. Con cada corrección de pseudodistancia se proporcionarán por lo menos dos valores B que no estén utilizando la codificación especial (según se define en el numeral 3.5.4.2.4). El subsistema de tierra proporcionará σ_{pr_gnd} y, de ser necesario, los parámetros B para cada corrección de pseudodistancia en el mensaje de tipo 101 de tal modo que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en el numeral 3.5.7.1.2.2.

3.5.7.2.2.4.1 Parámetros de integridad de la señal en el espacio radiodifundida para subsistemas de tierra FAST D. Los subsistemas de tierra que apoyan GAST D proporcionarán Sigma_PR_gnd_D en el mensaje de tipo 11 y los parámetros B para cada corrección de pseudodistancia en el mensaje de tipo 1 de modo que se satisfaga el requisito de riesgo de integridad del nivel de protección que se define en el numeral 3.5.7.1.2.2.1.

3.5.7.2.2.4.2 Para los sistemas FAST D que radiodifunden el mensaje de tipo 11, si σ_{pr_gnd} se codifica como inválido en el mensaje de tipo 1, entonces Sigma_PR_gnd_D para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11 también se codificará como inválido.

3.5.7.2.2.5 Deberán monitorizarse las mediciones del receptor de referencia. No deberán utilizarse mediciones erróneas o receptores de referencia con falla para calcular las correcciones de pseudodistancia.

3.5.7.2.2.6 Transmisión repetida de mensajes de tipo 1, de tipo 2, de tipo 11 o de tipo 101. Para un determinado tipo de medición y dentro de una trama dada, todas las radiodifusiones de mensajes de tipo 1, de tipo 2, de tipo 11 o de tipo 101 o de pares enlazados provenientes de todas las estaciones de radiodifusión GBAS que comparten una identificación de GBAS común, tendrán un contenido de datos idéntico.

3.5.7.2.2.7 Expedición de datos. El subsistema de tierra GBAS ajustará el campo IOD de cada bloque de medición de fuente telemétrica al valor IOD recibido de la fuente telemétrica que corresponde a los datos de efemérides utilizados para calcular la corrección de pseudodistancia.

3.5.7.2.2.8 Aplicación de modelos de error de la señal. No se aplicarán correcciones ionosféricas y troposféricas a las pseudodistancias utilizadas para calcular las correcciones de pseudodistancia.

3.5.7.2.2.9 Par enlazado de mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101. Si se transmite un par enlazado de mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101, entonces.

- a) Los dos mensajes tendrán la misma cuenta Z modificada;
- b) El número mínimo de correcciones de pseudodistancia en cada mensaje será uno;
- c) El bloque de medición para un satélite determinado no se radiodifundirá más de una vez en un par enlazado de mensajes;
- d) Los dos mensajes se radiodifundirán en intervalos de tiempo distintos; y
- e) El orden de los valores B en los dos mensajes será el mismo;
- f) Para un tipo de medición particular, el número de mediciones y datos de baja frecuencia se calculará separadamente para cada uno de los dos mensajes individuales;
- g) En el caso de FAST D, cuando se transmita un par de mensajes enlazados de tipo 1 habrá también un par enlazado de mensajes de tipo 11; y
- h) Cuando se utilicen mensajes enlazados de tipo 1 o de tipo 11, los satélites se dividirán en los mismos conjuntos y orden en ambos mensajes de tipo 1 y de tipo 11.

Los mensajes de tipo 1 pueden incluir satélites adicionales no disponibles en los mensajes de tipo 11, pero el orden relativo de los satélites disponibles en ambos mensajes es el mismo en los mensajes de tipo 1 y de tipo 11. El procesamiento de a bordo no es posible para los satélites incluidos en el mensaje de tipo 11 pero tampoco para los incluidos en el mensaje de tipo 1 asociado.

3.5.7.2.2.9.1 Los mensajes enlazados deberán utilizarse únicamente cuando haya que transmitir más correcciones de pseudodistancia que las que quepan en un mensaje de tipo 1.

3.5.7.2.2.10 Requisitos de cuenta Z modificada.

3.5.7.2.2.10.1 Actualización de cuenta Z modificada. La cuenta Z modificada para mensajes de tipo 1 o de tipo 101 de un tipo determinado de medición adelantará cada trama.

3.5.7.2.2.10.2 Si se radiodifunde un mensaje de tipo 11, los mensajes de tipo 1 y de tipo 11 asociados tendrán la misma cuenta Z modificada.

3.5.7.2.2.11 Parámetros de descorrelación de efemérides.

3.5.7.2.2.11.1 Parámetro de descorrelación de efemérides para servicios de aproximación. Para los subsistemas de tierra que radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, el subsistema de tierra radiodifundirá el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 1 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites, que permita ajustarse al riesgo de integridad del subsistema de tierra prescrito en el numeral 3.S.7.1.2.1.1.1.

3.5.7.2.2.11.2 Parámetro de descorrelación de efemérides para GAST D. Los subsistemas de tierra clasificados como FAST D radiodifundirán el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 11 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites a fin de respetar el riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra prescrito en el numeral 3.5.7.1.2.1.1.2.

3.5.7.2.2.11.3 Servicio de determinación de la posición GBAS. Para los subsistemas de tierra que ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, el subsistema de tierra radiodifundirá el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 1 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites, que permita ajustarse al riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra prescrito en el numeral 3.5.7.1.2.1.2.

3.5.7.2.3 Datos relacionados con el GBAS.

3.5.7.2.3.1 Parámetros de retardo troposférico. El subsistema de tierra radiodifundirá un índice de refractividad, altura de escala e incertidumbre de refractividad en el mensaje de tipo 2, de forma que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad de nivel de protección definidos en el numeral 3.5.7.1.2.2.

3.5.7.2.3.2 Indicación GCID.

3.5.7.2.3.2.1 Indicación GCID para FAST A, B o C. Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en los numerales 3.5.7.1.2.1.1.1, 3.5.7.1.2.2.1, 3.5.7.1.3.1, 3.5.7.3.2 y 3.5.7.3.3.1, pero no todos los de los numerales 3.5.7.1.2.1.1.2, 3.5.7.1.2.1.1.3, 3.5.7.1.2.2.1.1 y 3.5.7.1.3.2, se pondrá el GCID a 1, de lo contrario se pondrá a 7.

Algunos de los requisitos aplicables a FAST D son redundantes con los requisitos de FAST A, B y C. La frase "no todos" se refiere a la condición en que un subsistema de tierra puede satisfacer algunos de los requisitos aplicables a FAST D pero no todos ellos. Por consiguiente, en esa condición el GCID deberá ponerse a 1, para indicar que el subsistema de tierra satisface solamente FAST A, B o C.

3.5.7.2.3.2.2 Indicación GCID para FAST D. Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en los numerales 3.5.7.1.2.1.1.1, 3.5.7.1.2.1.1.2, 3.5.7.1.2.1.1.3, 3.5.7.1.2.2.1.1, 3.5.7.1.2.2.1, 3.5.7.1.3.1, 3.5.7.1.3.2, 3.5.7.3.2 y 3.5.7.3.3, se pondrá el GCID a 2; de lo contrario, se ajustará a lo prescrito en 3.5.7.2.3.2.1.

3.5.7.2.3.2.3 Los valores 3 y 4 del GCID están reservados para tipos de servicios futuros y no deben utilizarse.

3.5.7.2.3.3 Exactitud de la posición del centro de fase de la antena de referencia GBAS. El error de posición del centro de fase de la antena de referencia será inferior a 8 cm relativo al punto de referencia GBAS, para cada receptor de referencia GBAS.

3.5.7.2.3.4 Exactitud del levantamiento del punto de referencia GBAS. El error de levantamiento del punto de referencia GBAS, relativo a WGS-84, deberá ser inferior a 0.25 m vertical y 1 m horizontal.

3.5.7.2.3.5 Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica.

3.5.7.2.3.5.1 Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica para todos los subsistemas de tierra. El subsistema de tierra radiodifundirá un parámetro de gradiente de retardo ionosférico en el mensaje de tipo 2 tal que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en el numeral 3.5.7.1.2.2.

3.5.7.2.3.5.2 Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica para subsistemas de tierra FAST D. El subsistema de tierra radiodifundirá un parámetro de gradiente de retardo ionosférico en el mensaje de tipo 2, bloque de datos adicional 3, de modo que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en el numeral 3.5.7.1.2.2.

3.5.7.2.3.6 Para los subsistemas de tierra que ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, el subsistema de tierra radiodifundirá los parámetros de límite de la posición del error de efemérides usando el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.

3.5.7.2.3.7 Todos los subsistemas de tierra deberán radiodifundir los parámetros de límite de la posición de error de efemérides usando el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.

3.5.7.2.3.8 Para los subsistemas de tierra que radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, aplicarán los requisitos siguientes:

3.5.7.2.3.8.1 Distancia de uso máxima. El subsistema de tierra proporcionará la distancia de uso máxima ($D_{m\acute{a}x}$). Cuando se proporcione el servicio de determinación de la posición, el riesgo de integridad del subsistema de tierra prescrito en el numeral 3.5.7.1.2.1.4 y el riesgo de integridad del nivel de protección que se prescribe en el numeral 3.5.7.1.2.2.2 se satisfarán dentro de la $D_{m\acute{a}x}$. Cuando se proporcione el servicio de aproximación, la distancia de uso máxima comprenderá, como mínimo, todos los volúmenes de servicio de aproximación que reciban el apoyo.

3.5.7.2.3.8.2 Parámetros de detección frustrada de efemérides. El subsistema de tierra radiodifundirá los parámetros de detección frustrada de efemérides para cada constelación principal de satélites de modo que se satisfaga el riesgo de integridad del subsistema de tierra que se prescribe en el numeral 3.5.7.1.2.1.

3.5.7.2.3.8.3 Indicación del servicio de determinación de la posición GBAS. Si el sistema de tierra no satisface los requisitos del numeral 3.5.7.1.2.1.4 y 3.5.7.1.2.2.2, el subsistema de tierra indicará, usando el parámetro RSDS, que no se ofrece el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.5.7.2.3.9 Si la radiodifusión de datos VHF se transmite en más de una frecuencia dentro del área de servicio GRAS, cada estación de radiodifusión GBAS dentro del subsistema de tierra GRAS radiodifundirá los bloques de datos adicionales 1 y 2.

3.5.7.2.3.9.1 La radiodifusión de datos VHF deberá incluir los parámetros del bloque de datos adicional 2 para identificar los números de canal y los emplazamientos de las estaciones de radiodifusión GBAS adyacentes y cercanas dentro del subsistema de tierra GRAS. Esto facilita la transición desde una estación de radiodifusión GBAS a otras estaciones de radiodifusión GBAS en el subsistema de tierra GRAS.

Esto facilita la transición desde una estación de radiodifusión GBAS a otras estaciones de radiodifusión GBAS en el subsistema de tierra GRAS.

3.5.7.2.4 Datos del tramo de aproximación final.

3.5.7.2.4.1 Exactitud de los puntos de datos FAS. El error del levantamiento relativo entre los puntos de datos FAS y el punto de referencia GBAS será inferior a 0.25 metros, en sentido vertical y a 0.40 metros en sentido horizontal.

3.5.7.2.4.2 Deberá asignarse la CRC de tramo de aproximación final en el momento de diseño del procedimiento y deberá mantenerse como parte integral del bloque de datos FAS desde tal momento en adelante.

3.5.7.2.4.3 El GBAS deberá permitir la función de reglar el FASVAL y FASLAL para cualquier bloque de datos FAS a "1111 1111" para limitar la aproximación al sentido lateral solamente o para indicar que la aproximación no debe utilizarse, respectivamente.

3.5.7.2.4.4 LTP/FTP para FAST D. Para aproximaciones que admiten GAST D, el punto LTP/FTP en la definición FAS correspondiente se emplazará en la intersección del eje de pista y el umbral de aterrizaje.

Los sistemas de a bordo pueden calcular la distancia hasta el umbral de aterrizaje utilizando el LTP/FTP. Para aproximaciones GAST D, el LTP/FTP estará en el umbral de modo que estos cálculos de la distancia por recorrer reflejen fiablemente la distancia hasta el umbral.

3.5.7.2.4.5 Emplazamiento del FPAP para FAST D. Para aproximaciones que admiten GAST D, el punto FPAP en la definición FAS correspondiente se emplazará en la prolongación del eje de pista y el parámetro de desplazamiento Δ longitud se codificará para indicar correctamente el extremo de parada de la pista.

3.5.7.2.5 Datos previstos de disponibilidad de la fuente telemétrica.

Los datos de disponibilidad de fuente telemétrica son facultativos para los subsistemas de tierra FAST A, B o C y pueden ser requeridos para posibles operaciones del futuro.

3.5.7.2.6 Requisitos funcionales generales relativos a aumentación.

3.5.7.2.6.1 Los subsistemas de tierra GBAS clasificados como FAST C o FAST D deberán como mínimo proporcionar aumentación basada en GPS.

3.5.7.2.6.2 Los subsistemas de tierra clasificados como FAST C deberán poder procesar y radiodifundir correcciones por lo menos para 12 satélites de cada constelación principal a la que se proporcionen correcciones diferenciales.

3.5.7.2.6.3 Los subsistemas de tierra clasificados como FAST D serán capaces de procesar y radiodifundir correcciones por lo menos para 12 satélites de una constelación principal.

La validación técnica se ha completado únicamente para GAST D cuando se aplica a GPS.

3.5.7.2.6.4 Siempre que sea posible, para cada constelación principal a la que se proporcione aumentación deberán especificarse las correcciones diferenciales respecto de todos los satélites visibles con una elevación superior a 5° por encima del plano horizontal local tangente al elipsoide en el emplazamiento de referencia del subsistema de tierra.

La expresión "siempre que sea posible" en este contexto significa que el hecho de satisfacer otro requisito prescrito en estos SARPS (p. ej., numeral 3.5.7.3.3.1) no excluye que se proporcione una corrección diferencial para un satélite particular.

3.5.7.3 Monitorización.

3.5.7.3.1 Monitorización de RF.

3.5.7.3.1.1 Monitorización de radiodifusión de datos VHF. Se monitorizarán las transmisiones de radiodifusión de datos. Cesará la transmisión de los datos en un plazo de 0.5 segundos en casos de discrepancia continua durante cualquier período de 3 segundos entre los datos de aplicación transmitidos y los datos de aplicación obtenidos o almacenados por el sistema monitor antes de la transmisión. Para los subsistemas de tierra FAST D, la transmisión de mensajes de tipo 11 cesará en un plazo de 0.5 segundos en casos de discrepancia continua durante cualquier período de 1

segundo entre los datos de aplicación transmitidos y los datos de aplicación obtenidos o almacenados por el sistema monitor antes de la transmisión.

Para los subsistemas de tierra que admiten autenticación, cesar la transmisión de datos significa cesar la transmisión de mensajes de tipo 1 y/o de mensajes de tipo 11 si corresponde o cesar la transmisión de mensajes de tipo 101. Conforme al numeral 3.5.7.4.1.3, el subsistema de tierra de todos modos debe transmitir mensajes de forma que el porcentaje definido, o un valor mayor, de cada intervalo asignado esté ocupado. Esto puede lograrse transmitiendo mensajes de tipo 2, tipo 3, tipo 4 y/o tipo 5.

3.5.7.3.1.2 Monitorización de intervalos TDMA. El riesgo de que el subsistema de tierra transmita una señal en un intervalo no asignado y falle en detectar una transmisión fuera de intervalo, que exceda de la permitida en el numeral 3.5.2.6 en un plazo de 1 segundo, será inferior a 1×10^{-7} en un período cualquiera de 30 segundos. Si se detectan transmisiones fuera de intervalo, el subsistema de tierra dará por terminadas todas las transmisiones de radiodifusión de datos en un plazo de 0.5 segundos.

3.5.7.3.1.3 Dispositivo monitor de potencia de transmisor VDB. La probabilidad de que la potencia transmitida de la señal horizontal o elípticamente polarizada aumente en más de 3 dB respecto a la potencia nominal por más de 1 segundo será inferior a 2.0×10^{-7} en cualquier período de 30 segundos. El componente vertical se monitoriza solamente para equipo GBAS/E.

3.5.7.3.2 Monitorización de datos.

3.5.7.3.2.1 Dispositivo monitor de calidad de radiodifusión. En la monitorización del subsistema de tierra se satisfarán los requisitos de tiempo hasta alerta indicados en el numeral 3.5.7.1.2.1. La medida de monitorización será una de las siguientes:

- a) Radiodifundir mensajes de tipo 1 (y de tipo 11 si se radiodifunden) o de tipo 101 sin ningún bloque de medición; o
- b) Radiodifundir mensajes de tipo 1 (y de tipo 11 si se radiodifunden) o de tipo 101 con el campo $\sigma_{pr_gnd,i}$ (y $\sigma_{pr_gnd,D,i}$ si se radiodifunden) puesto para indicar que la fuente telemétrica es inválida respecto a cada fuente telemétrica incluida en la trama anteriormente transmitida; o
- c) Dar por terminada la radiodifusión de datos.

Las medidas de monitorización a) y b) son preferibles a la c) si el modo particular de falla permite tal respuesta, puesto que las medidas a) y b) tienen ordinariamente un tiempo hasta alerta reducido de la señal en el espacio.

3.5.7.3.3 Monitorización de la integridad para fuentes telemétricas GNSS.

3.5.7.3.3.1 El subsistema de tierra monitorizará las señales de satélite para detectar condiciones que provoquen un funcionamiento inadecuado del procesamiento diferencial para receptores de a bordo que cumplan con las limitaciones de seguimiento. El tiempo hasta alerta del dispositivo monitor satisfará lo indicado en el numeral 3.5.7.1.2. La acción del dispositivo monitor será la de poner σ_{pr_gnd} a la configuración de bits "1111 1111" para el satélite o excluir al satélite del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101.

3.5.7.3.3.1.1 El subsistema de tierra utilizará el máximo más fuerte de correlación en todos los receptores empleados para generar las correcciones de pseudodistancia. El subsistema de tierra detectará también condiciones que lleven a más de un cero de cruce por los receptores de a bordo en los que se utiliza la función de discriminador pronto-tarde.

3.5.7.3.3.2 Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de que el error en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) de cualquier pista para la que el subsistema de tierra admita GAST D, $|Er|$, en la pseudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (véase el numeral 3.5.5.2) a causa de una falla de la fuente telemétrica no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 radiodifundido dentro de un plazo de 1.5 segundos estará dentro de la región especificada en la Tabla B-149. Las fallas de la fuente telemétrica para las que se aplica este requisito son las siguientes:

- Deformación de la señal (Nota 1);
- Divergencia entre código y portadora;
- Aceleración de pseudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y
- Radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

Al detectarse, una falla de la fuente telemétrica podrá reflejarse en el mensaje de tipo 11, ya sea:

- Eliminando la corrección para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11, o bien;
- Marcando el satélite como inválido con la codificación de $\sigma_{pr_gnd_D}$ (véase el numeral 3.5.4.11.4).

La probabilidad aceptable de región de una detección frustrada se define con respecto al error de pseudodistancia corregida diferencialmente. El error de pseudodistancia corregida diferencialmente, $|Er|$, incluye el error que resulta de una única falla de fuente telemétrica, dada la aplicación correcta de las correcciones de radiodifusión del mensaje tipo 11 del subsistema de tierra GBAS (es decir, corrección de pseudodistancia y correcciones de cambio de distancia definidas en el numeral 3.5.4.11) por el equipo de aviónica de la aeronave según se especifica en 3.5.8.3. La evaluación de la actuación P_{md} incluye el ruido sin fallas del subsistema de tierra GBAS. El aumento de $|Er|$ con el tiempo deberá considerar la latencia de datos del subsistema de tierra, pero no la latencia de a bordo.

Tabla B-149. Parámetros P_{md_limit}

Probabilidad de detección frustrada	Error de pseudodistancia (metros)
$P_{md_limit} \leq 1$	$0 \leq Er < 0.75$
$P_{md_limit} \leq 10^{(-2.56 \times Er + 1.92)}$	$0.75 \leq Er < 2.7$
$P_{md_limit} \leq 10^{-5}$	$2.7 \leq Er < \infty$

3.5.7.3.3.3 Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de que un error en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) de cualquier pista para la que el subsistema de tierra admita GAST D, $|Er|$, superior a 1.6 m en la pseudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (véase el numeral 3.5.5.2) causado por una falla de la fuente telemétrica no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 radiodifundido dentro de un plazo de 1.5 segundos será inferior a 1×10^{-9} en cada aterrizaje cuando se multiplique por la probabilidad a priori ($P_{apriori}$). Las fallas de la fuente telemétrica para las que se aplica este requisito son las siguientes:

- Deformación de la señal;
- Divergencia entre código y portadora;
- Aceleración de pseudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y
- Radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

Se pretende que la probabilidad a priori de cada falla de la fuente telemétrica (P_{apriori}) tenga el mismo valor que se utiliza en el análisis para demostrar el cumplimiento de los requisitos de limitación de error para FAST C y D (véase el Apéndice Normativo A, numeral 3.3.5.5.1.1.1).

Al detectarse, una falla de la fuente telemétrica podrá reflejarse en el mensaje de tipo 11, ya sea:

- a) Eliminando la corrección para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11; o
- b) Marcando el satélite como inválido con la codificación de $\sigma_{\text{pr_gnd_D}}$ (véase el numeral 3.5.4.11.4).

3.5.7.3.4 Mitigación del gradiente ionosférico.

Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de un error ($|E_r|$) en la pseudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) para cada pista que admite GAST D que: a) se deba a un gradiente de retardo ionosférico espacial; b) sea mayor que el valor EIG calculado a partir del mensaje de tipo 2 de radiodifusión; y c) no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 de radiodifusión en un plazo de 1.5 segundos será inferior a 1×10^{-9} en cada aterrizaje. El subsistema de tierra FAST D limitará los parámetros de una radiodifusión de tipo 2 para garantizar que el E_{IC} máximo en cada LTP en apoyo de operaciones GAST D no sobrepase 2.75 metros, salvo cuando esté demostrado que los requisitos operacionales lo permiten.

La probabilidad total de un gradiente de retardo no detectado incluye la probabilidad a priori del gradiente y la probabilidad de detección frustrada de los dispositivos monitores.

Para radiodifundir parámetros de tipo 2 de modo que se obtenga un E_{IC} que sobrepase 2.75 m para un LTP específico en apoyo de operaciones GAST D, un análisis adaptado demostrará que la continuidad y disponibilidad del GAST D resultantes apoyan la operación prevista.

3.5.7.4 Requisitos funcionales para los protocolos de autenticación.

3.5.7.4.1 Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que admiten autenticación.

3.5.7.4.1.1 El sistema terrestre radiodifundirá el bloque de datos adicional 4 con el mensaje de tipo 2 con un campo de definición del grupo de intervalos codificado para indicar qué intervalos se asignan a la estación terrestre.

3.5.7.4.1.2 El subsistema de tierra radiodifundirá cada mensaje de tipo 2 sólo en un intervalo de un conjunto de intervalos definidos como intervalos aprobados MT 2. El primer intervalo del grupo intervalos aprobados MT 2 corresponde a la codificación SSID para el subsistema de tierra. El intervalo A se representa por medio de SSID=0, el B mediante el 1, el C con el 2 y el H con el 7. El grupo de intervalos aprobados MT 2 incluye también al intervalo siguiente después del intervalo correspondiente a la estación SSID si existe en la trama. Si no hay un intervalo adicional antes del final de la trama, solo se incluye en el conjunto el SSID.

Por ejemplo, el grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 0 incluiría los intervalos {A, B} mientras que el grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 6 incluiría los intervalos {G, H}. El grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 7 incluye solamente el intervalo {H}.

3.5.7.4.1.2.1 El conjunto de intervalos asignados a una estación terrestre incluirá como mínimo todos los intervalos aprobados MT 2 según se describe en el numeral 3.5.7.4.1.2.

3.5.7.4.1.3 Nivel de ocupación del intervalo asignado. El subsistema de tierra transmitirá mensajes de forma que el 89% o más de cada intervalo asignado se encuentre ocupado. De ser necesario, podrán utilizarse mensajes de tipo 3 para llenar el espacio no utilizado de cualquier intervalo de tiempo asignado.

El requisito se aplica al conjunto de transmisiones de todos los transmisores de un subsistema de tierra GBAS. Debido al bloqueo de la señal, es posible que no todas estas transmisiones se reciban en el volumen de servicio.

3.5.7.4.1.4 Codificación del identificador de trayectoria de referencia. Cada identificador de la trayectoria de referencia que se incluya en cada bloque de datos del segmento de aproximación final radiodifundido por el subsistema de tierra por medio de mensajes de tipo 4 tendrá la primera letra que se seleccione para indicar el SSID del subsistema de tierra de acuerdo con la codificación que sigue:

Codificación: A = SSID de 0.
 X = SSID de 1.
 Z = SSID de 2.
 J = SSID de 3.
 C = SSID de 4.
 V = SSID de 5.
 P = SSID de 6.
 T = SSID de 7.

3.5.7.4.2 Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que no admiten autenticación.

3.5.7.4.2.1 Codificación del identificador de la trayectoria de referencia. Los caracteres de este conjunto, {A X Z J C V P T}, no se utilizarán como el primer carácter del identificador de la trayectoria de referencia en ninguna radiodifusión del bloque FAS que realice el subsistema de tierra por medio de mensajes de tipo 4.

3.5.8 Elementos de aeronave.

3.5.8.1 Receptor GNSS. El receptor GNSS con capacidad de GBAS procesará las señales del GBAS de conformidad con los requisitos especificados en esta sección, así como con los requisitos indicados en el numeral 3.1.1.3.

Para garantizar el logro de los objetivos de actuación y funcionales requeridos para el GAST D, es necesario que el equipo de a bordo se ajuste a las normas de actuación y funcionales definidas.

3.5.8.2 Requisitos de actuación.

3.5.8.2.1 Exactitud del receptor de aeronave GBAS.

3.5.8.2.1.1 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error en función del ángulo de elevación del satélite será:

$$\text{RMS}_{\text{pr_air}}(\theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-\theta_n/\theta_0}$$

Donde:

- n = enésima fuente telemétrica;
- θ_n = ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y
- a_0 , a_1 y θ_0 = parámetros definidos en la Tabla B-151 para el GPS.

3.5.8.2.1.2 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error para satélites SBAS se definirá en el numeral 3.5.8.2.1 respecto a cada uno de los designadores definidos de exactitud de aeronave.

En la contribución del receptor de aeronave no se incluye el error de medición inducido por multitrayectos de la célula de la aeronave.

Tabla B-150. Requisito de exactitud del receptor GPS de aeronave

Designador de exactitud de aeronave	θ_0 (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_2 (grados)
A	≥ 5	0.15	0.43	6.9
B	≥ 5	0.11	0.13	4

3.5.8.2.2 Actuación del receptor de radiodifusión de datos VHF.

3.5.8.2.2.1 Gama de sintonización para radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF será capaz de sintonizar a frecuencias en la gama de 108.000 – 117.975 MHz en incrementos de 25 kHz.

3.5.8.2.2.2 Gama de adquisición para radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF será capaz de adquirir y mantenerse enganchado a señales dentro de ± 418 Hz de la frecuencia nominal asignada.

En el requisito precedente se tiene en cuenta la estabilidad de frecuencia del subsistema de tierra GBAS y el desplazamiento doppler para el caso más perjudicial debido al movimiento de la aeronave. En la gama dinámica del control automático de frecuencia deberá también tenerse en cuenta el balance de error de estabilidad de frecuencia del receptor de radiodifusión de datos VHF de la aeronave.

3.5.8.2.2.3 Régimen de fallas de mensaje en la radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF tendrá un régimen de fallas de mensaje inferior o igual a un mensaje fallado por cada 1 000 mensajes de datos de aplicación de longitud completa (222 bytes), dentro de la gama de intensidad del campo RF que se define en el numeral 3.7.3.5.4.4, recibidos por la antena de a bordo. Este requisito se aplicará cuando la variación en la potencia promedio de la señal recibida entre ráfagas sucesivas en un intervalo de tiempo determinado no exceda de 40 dB. Entre los mensajes fallados se incluirán los perdidos por el sistema del receptor de radiodifusión de datos VHF o que no satisfacen la CRC después de la aplicación de la FEC.

Las antenas receptoras de aeronave de la radiodifusión de datos VHF pueden estar polarizadas horizontal o verticalmente. Debido a la diferencia en cuanto a la intensidad de la señal de los componentes horizontal o verticalmente polarizados de la señal de radiodifusión, la pérdida total máxima para aplicación en la aeronave en las antenas receptoras de polarización horizontal es 4 dB más alta que la pérdida máxima en las antenas receptoras de polarización vertical.

Es aceptable superar el requisito de variación de potencia de señal en partes limitadas del volumen de servicio cuando los requisitos operacionales lo permiten.

3.5.8.2.2.4 Decodificación de intervalo de tiempo para radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión VHF satisfará los requisitos indicados en el numeral 3.5.8.2.2.3 para todos los tipos de mensaje requeridos (véase el numeral 3.5.8.3.1.2.1) procedentes del subsistema de tierra GBAS seleccionado. Estos requisitos se satisfarán en presencia de cualquier otra transmisión GBAS

permitida en cualquiera y en todos los intervalos de tiempo, respecto a los niveles indicados en el numeral 3.5.8.2.2.5.1 b).

Entre las otras transmisiones GBAS permitidas se incluyen: a) otros tipos de mensaje con la misma SSID, y b) mensajes con SSID distinta.

3.5.8.2.2.5 Rechazo de cocanal.

3.5.8.2.2.5.1 Radiodifusión de datos VHF como fuente de señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal de radiodifusión de datos VHF cocanal no deseada que sea:

- a) La asignada a los mismos intervalos de tiempo y 26 dB por debajo de la potencia de señal de radiodifusión de datos VHF deseada en la entrada del receptor o inferior; o
- b) La asignada a intervalos de tiempo distintos y no más de 72 dB por encima de la intensidad de campo de la señal de radiodifusión de datos VHF mínima deseada que se define en el numeral 3.7.3.5.4.4

3.5.8.2.2.5.2 VOR como señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal VOR cocanal no deseada que esté 26 dB por debajo de la potencia de señal de radiodifusión de datos VHF deseada en la entrada del receptor.

3.5.8.2.2.5.3 Localizador ILS como señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF cumplirá los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal de localizador del ILS de un cocanal no deseado con una potencia de 26 dB por debajo de la potencia de la señal de radiodifusión de datos VHF deseada a la entrada del receptor.

3.5.8.2.2.6 Rechazo de canal adyacente. El nivel de las señales no deseadas del localizador del ILS o VOR se medirá según la potencia en la portadora RF.

Aunque S_{max} es la potencia máxima de la señal de radiodifusión de datos VHF deseada, también se utiliza para limitar la potencia máxima de la señal no deseada de un canal adyacente a la entrada del receptor.

3.5.8.2.2.6.1 Primer canal adyacente de 25 kHz (± 25 kHz). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta S_{max} , con un desplazamiento de 25 kHz a ambos lados del canal deseado que sea:

- a) De 18 dB por encima de la potencia de la señal deseada en la entrada del receptor, cuando la señal no deseada sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o
- b) De potencia igual, cuando la señal no deseada sea VOR o;
- c) De potencia igual, a la salida del receptor, cuando la señal no deseada sea de un localizador de ILS.

3.5.8.2.2.6.2 Segundo canal adyacente de 25 kHz (± 50 kHz). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta S_{max} , con un desplazamiento de 50 kHz o más a cualquiera de los dos lados del canal deseado que sea:

- a) De 43 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea de otra fuente de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o

- b) De 34 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea VOR; o
- c) De 34 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea de un localizador de ILS.

3.5.8.2.2.6.3 Del tercer y al trigésimo noveno canal adyacente de 25 kHz (± 75 kHz a ± 975 kHz). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta S_{max} , con un desplazamiento de 75 kHz a 975 a cualquiera de los lados del canal deseado que sea:

- a) De 46 dB por encima de la potencia de señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea otra fuente de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o
- b) De 46 dB por encima de la potencia de señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea del VOR, o
- c) De 46 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea de un localizador de ILS.

3.5.8.2.2.6.4 A partir del cuadragésimo canal adyacente de 25 kHz inclusive (± 1 MHz o más). El receptor de radiodifusión de datos VHF cumplirá los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada con un desplazamiento de 1 MHz o más a cualquiera de los lados del canal deseado que sea:

- a) De 46 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta S_{max} sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o
- b) De $46 + \Delta P$ dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea de un VOR con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta $S_{max} - \Delta P$ dB y ΔP de 0 a 14 dB; o
- c) $46 + \Delta P$ dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea de un localizador del ILS con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta $S_{max} - \Delta P$ dB y ΔP de 0 a 14 dB.

ΔP equivale a S_{max} menos la potencia de la señal no deseada a la entrada del receptor con las dos restricciones siguientes: ΔP equivale a 0 dB cuando la potencia no deseada alcanza S_{max} y ΔP equivale a 14 dB cuando la potencia no deseada es inferior a S_{max} en 14 dB o más.

Los requisitos especificados en b) y c) admiten una intermodulación de tercer orden entre la señal no deseada y el oscilador local en el primer mezclador de la etapa de entrada de RF del receptor de VDB; es similar a la inmunidad frente a la intermodulación FM indicada en el numeral 3.5.8.2.2.8.3, donde N_1 es la señal no deseada y N_2 es el oscilador local.

3.5.8.2.2.6.5 Recuperación del receptor luego de soportar un exceso de potencia de una señal no deseada durante un corto plazo. El receptor de radiodifusión de datos VHF cumplirá los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 durante 187.5 milisegundos (duración equivalente a tres intervalos de VDB) luego de encontrarse con una señal de interferencia de un canal adyacente (de localizador del ILS o VOR) cuya potencia haya estado no más de 9 dB por encima de S_{max} a la entrada del receptor durante 2.5 segundos como máximo.

Este requisito se incluye para cubrir las situaciones en las que se recibe un breve exceso de potencia durante el sobrevuelo de un localizador ILS y VOR. La duración del exceso de potencia está limitada por la continuidad de la operación (es decir, la oportunidad de recibir tres mensajes de tipo 1 por intervalo de 3.5 segundos (véase el numeral 3.5.8.3.4.1) sin exceso de potencia para GAST C. Para GAST D, no se permite exceso de potencia cuando el tiempo de expiración sea de 1.5 segundos (véase el numeral 3.5.8.3.4.3). Una señal de VDB no deseada nunca excede de la

intensidad de campo máxima permitida de la señal de VDB deseada dentro del volumen de servicio.

La Figura B-30 muestra una representación gráfica de las regiones de operación del receptor VDB ante una señal no deseada del localizador ILS o VOR a partir del cuadragésimo canal adyacente de 25 kHz como función de D/U y de la potencia de la señal no deseada.

3.5.8.2.2.7 Rechazo de señales fuera de canal de fuentes dentro de la banda de 108.000 – 117.975 MHz. Cuando no esté presente ninguna señal de radiodifusión de datos VHF en el canal, el receptor de radiodifusión de datos VHF no tendrá datos de salida de una señal de radiodifusión de datos VHF no deseada, por cualquiera de los otros canales asignables.

3.5.8.2.2.8 Rechazo de señales procedentes de fuentes fuera de banda 108.000 – 117.975 MHz.

3.5.8.2.2.8.1 Inmunidad a interferencia de radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de una o más señales que tengan la frecuencia y los niveles de interferencia total especificados en la Tabla B-152.

3.5.8.2.2.8.2 Desensibilización. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de señales de radiodifusión FM VHF con los niveles de señal indicados en las Tablas 153 y B-154.

Tabla B-152. Niveles máximos de señales no deseadas

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB por encima de S_{max})
50 kHz hasta 88 MHz	-12
88 MHz – 107.900 MHz	(véase 3.5.8.2.2.8.2 y 3.5.8.2.2.8.3)
108.000 MHz – 117.975 MHz	Excluido
118.000 MHz	-43
118.025 MHz	-40
118.050 MHz hasta 1 660.5 MHz	-12

1.- La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados por las frecuencias anteriores.

2. Estos requisitos de inmunidad a interferencia pudieran no ser adecuados para asegurar la compatibilidad entre receptores de radiodifusión de datos VHF y sistemas de comunicación VHF, particularmente para aeronaves que utilizan el componente verticalmente polarizado de la radiodifusión de datos VHF. Sin coordinación entre las asignaciones de frecuencias COM y NAV o respecto de una banda de guarda en el extremo superior de la banda 112 – 117.975 MHz, los niveles máximos citados en los canales inferiores VHF COM (118.000, 118.00833, 118.01666, 118.025, 118.03333, 118.04166, 118.05) pueden excederse a la entrada de los receptores VDB. En ese caso, habrán de ponerse en práctica algunos medios para atenuar las señales COM a la entrada de los receptores VDB (p. ej., separación de antenas). Habrá de asegurarse la compatibilidad final cuando se instale el equipo en la aeronave.

3. S_{max} es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Tabla B-153. Frecuencia de desensibilización y requisitos de potencia que se aplican a frecuencias VDB desde 108.025 a 111.975 MHz

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB por encima de S_{max})
88 MHz < f < 102 MHz	16
104 MHz	11
106 MHz	6
107.9 MHz	-9

1.- La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados por las frecuencias anteriores.

2.- Este requisito de desensibilización no se aplica a portadoras FM por encima de 107.7 MHz ni a canales VDB a 108.025 ó 108.050 MHz.

3.- S_{max} es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Tabla B-154. Frecuencia de desensibilización y requisitos de potencia que se aplican a frecuencias VDB desde 112.000 a 117.975 MHz

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB por encima de S_{max})
88 MHz < f < 104 MHz	16
106 MHz	11
107 MHz	6
107.9 MHz	1

1. La relación entre puntos únicos adyacentes designados mediante las frecuencias mencionadas es lineal.
2. S_{max} es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

3.5.8.2.8.3 Inmunidad frente a intermodulación FM de radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en el numeral 3.5.8.2.2.3 en presencia de interferencia de productos de intermodulación de tercer orden de dos señales de radiodifusión FM VHF cuyos niveles se ajustan con lo siguiente:

$$2N_1 + N_2 + 3 [23 - S_{m\acute{a}x}] \leq 0$$

Para señales de radiodifusión sonora FM VHF en la gama 107.7 – 108.0 MHz y

$$2N_1 + N_2 + 3 [23 - S_{m\acute{a}x} - 20 \text{ Log} (\Delta f / 0.4)] \leq 0$$

Para señales de radiodifusión sonora FM VHF por debajo de 107.7 MHz

Cuando las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM VHF producen dentro del receptor un producto de intermodulación de tercer orden de dos señales a la frecuencia VDB deseada.

N_1 y N_2 son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM VHF a la entrada del receptor de radiodifusión de datos en VHF. Ninguno de los niveles excederá de los criterios de desensibilización establecidos en el numeral 3.5.8.2.2.8.2.

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

S_{max} es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

El requisito de inmunidad de intermodulación FM no se aplica a un canal de radiodifusión de datos en VHF que funciona bajo 108.1 MHz; en consecuencia, las frecuencias bajo 108.1 MHz no están destinadas para asignaciones generales.

3.5.8.3 Requisitos funcionales de aeronave. Salvo cuando se especifique otra cosa, los requisitos siguientes se aplican a todas las clasificaciones de equipo de a bordo GBAS.

3.5.8.3.1 Condiciones para utilización de datos.

3.5.8.3.1.1 El receptor utilizará los datos de un mensaje GBAS solamente si se ha verificado la CRC para tal mensaje.

3.5.8.3.1.2 El receptor utilizará solamente los datos del mensaje si el identificador de bloque de mensaje se pone a la configuración de bits "1010 1010".

3.5.8.3.1.2.1 Capacidad de procesamiento de mensajes GBAS. El receptor GBAS deberá, como mínimo, procesar tipos de mensajes GBAS de acuerdo con la Tabla B-155.

Tabla B-155. Procesamiento de tipos de mensaje en equipo de a bordo

Clasificación de equipo de a bordo GBAS (GAEC)	Típos mínimos de mensajes procesados
GAEC A	MT 1 ó 101, MT 2 (que incluyen bloques de datos adicionales ADB 1 y 2 si se proporcionan)
GAEC B	MT 1, MT 2 (que incluyen ADB 1 y 2 si se proporcionan), MT 4
GAEC C	MT 1, MT 2 (que incluye ADB 1 si se proporciona), MT 4
GAEC D	MT 1, MT 2 (que incluye ADB 1, 2, 3 y 4), MT 4, MT 11

3.5.8.3.1.2.2 Procesamiento de a bordo para fines de compatibilidad ascendente. Se han tomado medidas para permitir la ampliación futura de las normas GBAS para admitir capacidades nuevas. Pueden definirse nuevos tipos de mensajes, nuevos bloques de datos adicionales para mensajes de tipo 2 y nuevos bloques de datos que definan trayectorias de referencia para su inclusión en el tipo de mensaje 4. Para facilitar estas futuras ampliaciones, todo el equipo deberá diseñarse en forma apropiada para que ignore todos los datos que no se reconocen.

3.5.8.3.1.2.2.1 Procesamiento de tipos de mensajes desconocidos. La existencia de mensajes desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

3.5.8.3.1.2.2.2 Procesamiento de bloques de datos ampliados de tipo 2 desconocidos. La existencia de bloques de datos adicionales de mensajes de tipo 2 desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

3.5.8.3.1.2.2.3 Procesamiento de bloques de datos de tipo 4 desconocidos. La existencia de bloques de datos de mensajes de tipo 4 desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

Si bien los SARPS actuales incluyen solo una definición de bloque de datos para su inclusión en un mensaje de tipo 4, las futuras normas GBAS5 pueden incluir otras definiciones de la trayectoria de referencia.

3.5.8.3.1.3 El receptor utilizará solamente bloques de medición de fuente telemétrica con cuentas Z modificadas coincidentes.

3.5.8.3.1.4 Si el subsistema de tierra radiodifunde la $D_{m\acute{a}x}$ el receptor sólo aplicará correcciones de pseudodistancia cuando la distancia al punto de referencia GBAS sea menor que la $D_{m\acute{a}x}$.

3.5.8.3.1.5 El receptor solamente aplicará correcciones de pseudodistancia del conjunto más recientemente recibido de correcciones para un determinado tipo de medición. Si el número de campos de medición en los tipos de mensaje más recientemente recibidos indica (según se requiere en el numeral 3.5.7.2.1.1 para el tipo de servicio activo) que no hay bloques de medición, entonces el receptor no aplicará correcciones GBAS para tal tipo de medición.

3.5.8.3.1.6 Validez de las correcciones de pseudodistancia.

3.5.8.3.1.6.1 Cuando el tipo de servicio activo es A, B, o C, el receptor excluirá de la solución de navegación diferencial todas las fuentes telemétricas respecto a las cuales $\sigma_{pr\ gnd}$ en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 se ponga a la configuración de bits "1111 1111".

3.5.8.3.1.6.2 Si el tipo de servicio activo es D, el receptor excluirá de la solución de navegación diferencial todas las fuentes telemétricas respecto a las cuales $\sigma_{pr_gnd_D}$ en el mensaje de tipo 11 o σ_{pr_gnd} en el mensaje de tipo 1 se ponga a la configuración de bits "1111 1111".

3.5.8.3.1.7 El receptor utilizará únicamente una fuente telemétrica en la solución de navegación diferencial si la hora de aplicación indicada por la cuenta Z modificada en el mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 que contiene el parámetro de descorrelación de efemérides para esa fuente telemétrica transcurrió hace menos de 120 segundos.

3.5.8.3.1.8 Condiciones del uso de datos para apoyar los servicios de aproximación.

3.5.8.3.1.8.1 Durante las etapas finales de una aproximación, el receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de los mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 recibidos durante los últimos 3.5 segundos.

3.5.8.3.1.8.2 Indicaciones GCID.

3.5.8.3.1.8.2.1 Cuando el tipo de servicio activo es A, B, o C, el receptor utilizará datos de mensaje procedentes de un subsistema de tierra GBAS para guía únicamente si el GCID indica 1, 2, 3 ó 4 antes de iniciar las etapas finales de una aproximación.

3.5.8.3.1.8.2.2 Cuando el tipo de servicio activo es D, el receptor usará datos de mensajes procedentes de un subsistema de tierra GBAS para guía solamente si la GCID indica 2, 3 o 4 antes de iniciar las etapas finales de la aproximación.

3.5.8.3.1.8.3 El receptor ignorará cualquier cambio que tenga lugar en el GCID durante las etapas finales de una aproximación.

3.5.8.3.1.8.4 El receptor no proporcionará guía vertical de aproximación basada en un bloque particular de datos FAS transmitidos en un mensaje de tipo 4 si el FASVAL recibido antes de iniciarse las etapas finales de la aproximación está puesto a "1111 1111".

3.5.8.3.1.8.5 El receptor no proporcionará guía de aproximación basada en un bloque particular de datos FAS transmitidos en un mensaje de tipo 4 si el FASLAL recibido antes de iniciarse las etapas finales de la aproximación está puesto a "1111 1111".

3.5.8.3.1.8.6 El receptor hará caso omiso de cambios en los valores de los datos FASLAL y FASVAL transmitidos en un mensaje de tipo 4 durante las etapas finales de una aproximación.

3.5.8.3.1.8.7 El receptor utilizará solamente datos FAS si la CRC FAS ha sido verificada para tales datos.

3.5.8.3.1.8.8 El receptor utilizará solamente mensajes para los cuales la ID GBAS (en el encabezador de bloque de mensaje) coincide con la ID GBAS en el encabezador de mensaje de tipo 4 que incluye los datos FAS seleccionados o el mensaje de tipo 2 que incluye el RSDS seleccionado.

3.5.8.3.1.8.9 Uso de datos FAS.

3.5.8.3.1.8.9.1 El receptor utilizará los mensajes de tipo 4 para determinar el FAS para aproximación de precisión.

3.5.8.3.1.8.9.2 El receptor utilizará los mensajes de tipo 4 para determinar el FAS para las aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A o B asociado a un número de canal entre 20 001 y 39 999.

3.5.8.3.1.8.9.3 El receptor utilizará el FAS mantenido dentro de la base de datos de a bordo para las aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A asociado a un número de canal entre 40 000 y 99 999.

3.5.8.3.1.8.10 Cuando el subsistema de tierra GBAS no radiodifunda el mensaje de tipo 4 y el receptor disponga de los datos FAS seleccionados a partir de la base de datos de a bordo, el receptor solamente utilizará mensajes provenientes del subsistema de tierra GBAS previsto.

3.5.8.3.1.9 Condiciones del uso de datos para proporcionar el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.5.8.3.1.9.1 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 1 recibidos durante los últimos 7.5 segundos.

3.5.8.3.1.9.2 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 101 recibidos durante los últimos 5 segundos.

3.5.8.3.1.9.3 El receptor utilizará únicamente los datos de mensaje si se ha recibido un mensaje de tipo 2 que contiene un bloque de datos adicional 1, y el parámetro RSDS de este bloque indica que se proporciona el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.5.8.3.1.9.4 El receptor utilizará solamente los mensajes para los cuales el ID GBAS (en el encabezador del bloque de mensaje) coincide con el ID GBAS del encabezador del mensaje de tipo 2 que incluye el RSDS seleccionado.

3.5.8.3.2 Integridad.

3.5.8.3.2.1 Limitación de los errores de aeronave. Para cada satélite utilizado en la solución de navegación, el receptor calculará un receptor tal que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a σ_{receptor} limita la contribución del receptor al error de pseudodistancia corregida de la forma siguiente:

$$\int_y^{\infty} f(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

Donde:

$f(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de pseudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

3.5.8.3.2.2 Uso de parámetros de integridad GBAS. El elemento de aeronave calculará y aplicará los niveles de protección vertical, lateral y horizontal descritos en el numeral 3.5.5.5. Si un parámetro B_{ij} se pone a la configuración de bits "1000 0000" indicando que no se dispone de la medición, el elemento de aeronave supondrá que B_{ij} tiene un valor de cero. Para todo tipo de servicio activo, el elemento de aeronave verificará que los niveles de protección vertical y lateral calculados no son mayores que los correspondientes límites de alerta vertical y lateral definidos en el numeral 3.5.5.6.

3.5.8.3.3 Uso de los datos de efemérides del satélite.

3.5.8.3.3.1 Verificación de IOD. El receptor utilizará solamente satélites respecto a los cuales la radiodifusión IOD por parte del GBAS en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 coincide con el IOD de la constelación principal de satélites para los datos de reloj y de efemérides utilizados por el receptor.

3.5.8.3.3.2 Verificación de CRC. El receptor calculará la CRC de efemérides para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición. Se convalidará la CRC calculada comparándola con la radiodifusión de CRC de efemérides en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 antes de su utilización en la solución de la posición y en un plazo de 1 segundo después de recibirse una nueva CRC de radiodifusión. El receptor cesará inmediatamente de utilizar cualquier satélite respecto al cual no coincidan los valores CRC calculados y radiodifundidos.

3.5.8.3.3.3 Límites de la posición del error de efemérides.

3.5.8.3.3.3.1 Límites de la posición del error de efemérides para servicios de aproximación GBAS. Si el subsistema de tierra proporciona un bloque de datos adicional 1 en los mensajes de tipo 2, el elemento de aeronave calculará los límites de la posición del error de efemérides definidos en 3.5.5.8.1 para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición de aproximación dentro del plazo de 1 segundo después de haber recibido los parámetros de radiodifusión necesarios. El elemento de aeronave verificará que los límites verticales y laterales calculados de la posición del error de efemérides (VEB_j y LEB_j) no son mayores que los límites de alerta vertical y lateral correspondientes que se definen en el numeral 3.5.5.6.

3.5.8.3.3.3.2 Límites de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS. El elemento de aeronave calculará y aplicará el límite de la posición del error de efemérides horizontal (HEB_j) definido en el numeral 3.5.5.8.2 para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites que se utilice en la solución de la posición del servicio de determinación de la posición.

3.5.8.3.4 Pérdida de mensajes.

3.5.8.3.4.1 Para el equipo de a bordo que funciona con GAST C como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 durante los últimos 3.5 segundos.

3.5.8.3.4.2 Para el equipo de a bordo que funcione con GAST A o B como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 ni de tipo 101 durante los últimos 3.5 segundos.

3.5.8.3.4.3 Para el equipo de a bordo que funcione con GAST D como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada o modificará el tipo de servicio activo si se cumple cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) La solución de la posición calculada es inferior a 200 ft sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 1 en los últimos 1.5 segundos;
- b) La solución de la posición calculada es inferior a 200 ft sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 11 en los últimos 1.5 segundos;
- c) La solución de la posición calculada está a 200 ft o más sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 1 en los últimos 3.5 segundos;
- d) La solución de la posición calculada está a 200 ft o más sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 11 en los últimos 3.5 segundos.

3.5.8.3.4.4 Para el servicio de determinación de la posición GBAS en el que se utilizan mensajes de tipo 1, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 durante los últimos 7.5 segundos.

3.5.8.3.4.5 Para el servicio de determinación de la posición GBAS en el que se utilicen mensajes de tipo 101, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 101 durante los últimos 5 segundos.

3.5.8.3.5 Mediciones de pseudodistancia a bordo.

3.5.8.3.5.1 Adaptación a portadora para equipo de a bordo. El equipo de a bordo utilizará la adaptación a portadora normal de 100 segundos respecto de las mediciones de la fase de código que se define en el numeral 3.5.5.1. Durante los primeros 100 segundos después de poner en marcha el filtro, el valor de α será:

- a) Una constante igual al intervalo de muestreo dividido entre 100 segundos; o
- b) Una cantidad variable definida por el intervalo de muestreo dividido entre el tiempo en segundos transcurrido desde la puesta en marcha del filtro.

3.5.8.3.5.2 Adaptación a portadora para equipo de a bordo que funciona con GAST D como su tipo de servicio activo. El equipo de a bordo que funciona con GAST D como su tipo de servicio activo utilizará la adaptación a portadora de 30 segundos de las mediciones de la fase de código que se define en el numeral 3.5.5.1.

Para el equipo que admite GAST D se usan dos conjuntos de pseudodistancias adaptadas. La forma del filtro de adaptación del numeral 3.5.5.1 es la misma para los dos conjuntos, y sólo difiere la constante de tiempo (es decir, 100 segundos y 30 segundos).

3.5.8.3.6 Requisitos de solución de posición diferencial específicos del tipo de servicio. El equipo de a bordo calculará todas las soluciones de posición de manera congruente con los protocolos para la aplicación de los datos (véase el numeral 3.5.5.1.1.2).

La forma general para la ponderación utilizada en la solución de la posición diferencial figura en el numeral 3.5.5.1.1.2. La elección de qué información procedente del subsistema de tierra se utilizará en la solución de la posición diferencial depende del tipo de servicio (es decir, servicio de determinación de la posición o servicio de aproximación) y del tipo de servicio activo.

3.6 Resistencia a interferencia.

3.6.1 Objetivos de actuación.

Para receptores GNSS que no utilizan correcciones diferenciales de un sistema de aumentación, la resistencia a interferencias se mide respecto a los siguientes parámetros de actuación de constelaciones principales de satélites:

	Error de seguimiento (1 sigma)
GPS L1 (equipo de una sola frecuencia)	0.36 m
GPS L1 (equipo de doble frecuencia)	0.15 m
GPS L5	0.15 m
GPS L1-L5**	0.40 m
GLONASS L1OF	0.80 m
GLONASS L1OC	0.30 m
GLONASS L3OC	0.10 m
GLONASS L1OC-L3OC**	0.65 m
Galileo E1-E5a**	0.40 m
Galileo E1	0.15 m
Galileo E5a	0.15 m

<i>BDS B1I</i>	<i>0.60 m</i>
<i>BDS B1C</i>	<i>0.20 m</i>
<i>BDS B2a</i>	<i>0.15 m</i>
<i>BDS B1C-B2a**</i>	<i>0.40 m</i>

** El presupuesto de exactitud de error de seguimiento se especifica para mediciones suavizadas.
** Se refiere a las mediciones de pseudodistancia libre de ionosfera en doble frecuencia.*

En este error de seguimiento no se incluyen las contribuciones debidas a la propagación de la señal como multitrayecto, ni los efectos troposféricos e ionosféricos ni tampoco los errores de efemérides y de reloj de satélite GPS.

En este error de seguimiento no se incluyen las contribuciones debidas a la propagación de la señal como multitrayecto, ni los efectos troposféricos e ionosféricos ni tampoco los errores de efemérides y de reloj de satélite GPS, GLONASS, Galileo y BDS.

Para los receptores GBAS la resistencia a interferencia se mide respecto a los parámetros especificados en los numerales 3.5.7.1.1, 3.4.8.2.1. y 3.4.15.3.2

Los niveles de señal especificados en esta sección se definen en el puerto de la antena. La ganancia máxima de la antena de la aeronave supuesta en la atmósfera inferior es de -10 dBic.

Han de satisfacerse los requisitos de actuación en los entornos de interferencia definidos seguidamente. Este entorno de interferencia definido se atenúa durante la adquisición inicial de señales GNSS cuando el receptor no puede aprovechar una solución de navegación de estado permanente para facilitar la adquisición de la señal.

Si no se especifica, se aplican los objetivos y requisitos de actuación de los equipos indicados para una constelación en particular, ya sea que el equipo se use únicamente para esa constelación (equipo para una constelación), o para esa constelación y otras constelaciones (equipo para constelaciones múltiples).

3.6.2 Interferencia de onda continua (CW).

3.6.2.1 Receptores de señal L1 del GPS y de señal L1 del SBAS.

Los receptores de señales L1 del GPS y L1 del SBAS, tienen umbrales de interferencia que toleran menos potencia de interferencia que los receptores L1/L5 de doble frecuencia de la banda 1 480 – 1 565 MHz descritos en el numeral 3.6.2.3.

3.6.2.1.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores GPS y SBAS satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes CW presentes con un nivel de potencia en el puerto de la antena igual a los umbrales de interferencia especificados en la Tabla B-156 e indicados en la Figura B-31 y con un nivel de señal deseada de -164 dBW en el puerto de la antena.

3.6.2.1.2 Durante la adquisición inicial de las señales GPS y SBAS antes de la navegación en estado permanente, los receptores GPS y SBAS cumplirán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia de 6 dB menos que los especificados en la Tabla B-156.

Tabla B-156. Umbrales de interferencia CW para receptores GPS L1 y SBAS L1 en la navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores en la navegación en estado permanente
$f_i \leq 1315$ MHz	-4.5 dBW
1315 MHz < $f_i \leq 1500$ MHz	Decreciendo linealmente de -4.5 dBW a -38 dBW
1500 MHz < $f_i \leq 1525$ MHz	Decreciendo linealmente de -38 dBW a -42 dBW
1525 MHz < $f_i \leq 1565.42$ MHz	Decreciendo linealmente de -42 dBW a -150.5 dBW
1565.42 MHz < $f_i \leq 1585.42$ MHz	-150.5 dBW
1585.42 MHz < $f_i \leq 1610$ MHz	Aumentando linealmente de -150.5 dBW a -60 dBW
1610 MHz < $f_i \leq 1618$ MHz	Aumentando linealmente de -60 dBW a -42 dBW*
1618 MHz < $f_i \leq 2000$ MHz	Aumentando linealmente de -42 dBW a -8.5 dBW*
1610 MHz < $f_i \leq 1626.5$ MHz	Aumentando linealmente de -60 dBW a -22 dBW**
1626.5 MHz < $f_i \leq 2000$ MHz	Aumentando linealmente de -22 dBW a -8.5 dBW**
$f_i > 2000$ MHz	-8.5 dBW

* Se aplica a las instalaciones de aeronave sin comunicaciones por satélite a bordo.
 ** Se aplica a las instalaciones de aeronave con comunicaciones por satélite a bordo.

3.6.2.3 Receptores de señales GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A y SBAS DFMC.

3.6.2.3.1 Durante la adquisición inicial de las señales L5/E5a antes de la navegación en estado permanente, y después de que se haya establecido la navegación en estado permanente, los receptores SBAS DFMC que procesan señales centradas en las frecuencias L1/E1 y L5/E5a satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes CW presentes con nivel de potencia en el puerto de la antena igual al umbral de interferencia especificado en la tabla B-160 y representado en la figura B-35, y con un nivel deseable de señal L5 del SBAS de -162.5 dBW, con un nivel deseable de señal L5 del GPS de -159.4 dBW y con un nivel deseable de señal E5a de Galileo de -160.4 dBW en el puerto de la antena.

3.6.2.3.2 Después de que se haya establecido la navegación en estado permanente, los receptores SBAS DFMC que procesan señales centradas en las frecuencias L1/E1 y L5/E5a satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes CW presentes con nivel de potencia en el puerto de la antena igual a los umbrales de interferencia especificados en la tabla B-160 e indicados en la figura B-35, y con un nivel deseable de señal L1 del GPS y L1 del SBAS de -163 dBW y con un nivel deseable de señal E1 de Galileo de -162.25 dBW en el puerto de la antena. Durante la adquisición inicial de las señales L1/E1, los receptores SBAS DFMC satisfarán los objetivos de actuación con niveles de interferencia de 6 dB menos que los especificados en la tabla B-160.

Los umbrales de interferencia CW para el receptor SBAS DFMC determinan los niveles de potencia de interferencia aplicable a la gama de frecuencias definidas en la tabla B-160.

Tabla B-160. Umbrales de interferencia CW para los receptores de las señales de GPS L1/L5, Galileo E1/E5A y SBAS DFMC

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores
$f_i \leq 1\ 000$ MHz	-21 dBW
1000 MHz < $f_i \leq 1100.45$ MHz	Decreciendo linealmente de -21 dBW a -44 dBW
1100.45 MHz < $f_i \leq 1148.45$ MHz	Decreciendo linealmente de -44 dBW a -54 dBW
1148.45 MHz < $f_i \leq 1166.45$ MHz	Decreciendo linealmente de -54 dBW a -145 dBW
1166.45 MHz < $f_i \leq 1186.45$ MHz	-145 dBW
1186.45 MHz < $f_i \leq 1205.45$ MHz	Aumentando linealmente de -145 dBW a -54 dBW
1205.45 MHz < $f_i \leq 1252.45$ MHz	Aumentando linealmente de -54 dBW a -43 dBW
1252.45 MHz < $f_i \leq 1315$ MHz	Aumentando linealmente de -43 dBW a -39 dBW
1315 MHz < $f_i \leq 1525$ MHz	Aumentando linealmente de -39 dBW a -31.5 dBW
1525 MHz < $f_i \leq 1531$ MHz	Aumentando linealmente de -31.5 dBW a -34 dBW
1531 MHz < $f_i \leq 1536$ MHz	Aumentando linealmente de -34 dBW a -65 dBW
1536 MHz < $f_i \leq 1565.42$ MHz	Aumentando linealmente de -65 dBW a -150.5 dBW
1565.42 MHz < $f_i \leq 1585.42$ MHz	-150.5 dBW
1585.42 MHz < $f_i \leq 1610$ MHz	Aumentando linealmente de -150.5 dBW a -60 dBW
1610 MHz < $f_i \leq 1618$ MHz	Aumentando linealmente de -60 dBW a -42 dBW
1618 MHz < $f_i \leq 2000$ MHz	Aumentando linealmente de -42 dBW a -12 dBW
1618 MHz < $f_i \leq 1626.5$ MHz	Aumentando linealmente de -42 dBW a -22 dBW*
1626.5 MHz < $f_i \leq 2000$ MHz	Aumentando linealmente de -22 dBW a -12 dBW**
$f_i > 2000$ MHz	-12 dBW**

* Se aplica a las instalaciones de aeronave sin comunicaciones por satélite a bordo.

** Se aplica a las instalaciones de aeronave con comunicaciones por satélite a bordo.

3.6.3 Interferencia de tipo ruido de banda limitada.

3.6.3.1 Receptores GPS L1 y SBAS L1.

3.6.3.1.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores GPS L1 y SBAS L1 satisfarán los objetivos de actuación con ruido como señales interferentes presente en la gama de frecuencias de $1575.42 \text{ MHz} \pm B_{wi}/2$ y con niveles de potencia en el puerto de la antena iguales a los umbrales de interferencia especificados en la Tabla B-169 e indicados en la Figura B-37 y con el nivel de señal deseada de -164 dBW en el puerto de la antena.

B_{wi} es la anchura de banda de ruido equivalente de la señal de interferencia.

3.6.3.1.2. Durante la adquisición inicial de las señales GPS y SBAS antes de la navegación en estado permanente, los receptores de señales L1 del GPS y señales L1 del SBAS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la tabla B-83.

3.6.3.2 Receptores GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A y SBAS DFMC.

3.6.3.2.1 Durante la adquisición inicial en L5/E5a antes de la navegación en estado permanente, y después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores de señales L1/L5 del GPS, E1/E5a de Galileo y SBAS DFMC que procesan señales centradas en frecuencias L1/E1 y L5/E5a satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes de tipo ruido presentes en la gama de frecuencias $1\ 176.45 \text{ MHz} \pm B_{wi}/2$ y con niveles de potencia en el puerto de la antena especificados en los umbrales de la tabla B-165 e indicados en la figura B-41 y con un nivel de señal deseado para la señal L5 de SBAS de -162.5 dBW, un nivel de señal deseado para la señal L5 del GPS de -159.4 dBW y un nivel de señal deseado para la señal E5a de Galileo de -160.4 dBW a la salida de la antena.

B_{wi} es la anchura de banda de ruido equivalente de la señal de interferencia.

3.6.3.2 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores de señales L1/L5 del GPS, E1/E5a de Galileo y SBAS DFMC que procesan señales centradas en frecuencias L1/E1 y L5/E5a satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes de tipo ruido presentes en la gama de frecuencias $1575.42 \text{ MHz} \pm B_{wi}/2$ y con niveles de potencia en el puerto de la antena iguales a los umbrales de interferencia especificados en la tabla B-169 e indicados en la figura B-37 y con unos niveles de señal deseados de señal L1 del GPS y del SBAS de -163 dBW y con el nivel deseado de señal E1 de Galileo de -162.25 dBW en el puerto de la antena. Durante la adquisición inicial en L1/E1, los receptores SBAS DFMC satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la tabla B-83.

B_{wi} es la anchura de banda de ruido equivalente de la señal de interferencia.

Tabla B-165. Umbral de interferencia para la interferencia de tipo ruido de banda limitada en los receptores GPS L1/L5, Galileo E1/E5A y SBAS DFMC

<i>Anchura de banda de interferencia</i>	<i>Umbral de interferencia en los receptores</i>
0 Hz < $B_{wi} \leq 1$ kHz	-145.0 dBW
1 kHz < $B_{wi} \leq 10$ kHz	Aumentando linealmente de -145.0 a -137.5 dBW
10 kHz < $B_{wi} \leq 100$ kHz	Aumentando linealmente de -137.5 a -133.9 dBW
100 kHz < $B_{wi} \leq 1$ MHz	Aumentando linealmente de -133.9 a -133.0 dBW
1 MHz < $B_{wi} \leq 10$ MHz	Aumentando linealmente de -133.0 a -131.7 dBW*
10 MHz < $B_{wi} \leq 40$ MHz	Aumentando linealmente de -131.7 a -127.0 dBW*
* El umbral de interferencia no ha de exceder de -134.0 dBW/MHz en la gama de frecuencia 1176.45 ± 10 MHz.	

3.6.3.3 Interferencia por impulsos. Después de que se haya establecido la navegación de estado permanente, el receptor GNSS satisfará los objetivos de actuación, al recibir las señales de interferencia por impulsos con las características correspondientes a la tabla B-171 estando el umbral de interferencia definido en el puerto de la antena.

3.6.3.4 Los receptores GNSS no producirán información que induzca a error en presencia de interferencia, incluso de niveles de interferencia superiores a los especificados en el numeral 3.6.

3.7 Antena del receptor de satélite en la aeronave GNSS.

3.7.1 Cobertura de antena. La antena GNSS satisfará los requisitos de actuación para la recepción de señales de satélite GNSS de 0 a 360° en azimut y de 0 a 90° en elevación relativa al plano horizontal de una aeronave en vuelo horizontal.

3.7.2 Ganancia de antena. La ganancia mínima de antena no será inferior a lo indicado en la Tabla B-172 para el ángulo de elevación especificado por encima del horizonte. La ganancia máxima de antena no excederá de +4 dBic para ángulos de elevación por encima de 5°. Las ganancias mínimas de un elemento de la antena pasiva en ambas frecuencias para las antenas de doble frecuencia cumplirán lo indicado en la tabla B-173 para los ángulos de elevación especificados por encima del horizonte. Para estas antenas, la ganancia máxima de un elemento de la antena pasiva se limitará a +4 dBic para ángulos de elevación por encima de 75°.

3.7.3 Polarización. La polarización de la antena GNSS será circular dextrógira (en sentido del reloj respecto a la dirección de propagación).

3.7.3.1 Relación axial. Para las antenas de una sola frecuencia, la relación axial de una antena no debe ser mayor que 3.0 dB medida en la línea de mira. Para las antenas de doble frecuencia, la relación axial será inferior o igual a 3 dB en la gama de frecuencia de operaciones medida en una región que se extiende desde la línea de mira hasta 40° fuera de la línea de mira en todos los ángulos azimutales.

3.8 Verificación de redundancia cíclica.

Se calculará cada CRC como el resto, $R(x)$, de la división en módulo 2 de dos polinomios binarios como sigue:

$$\left\{ \frac{[x^k M(x)]}{G(x)} \right\}_{\text{mod } 2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$

Donde:

- k = número de bits en la CRC particular;
- $M(x)$ = campo de información que consta de los elementos de datos que han de protegerse por la CRC particular representada como polinomio;
- $G(x)$ = polinomio generador especificado para la CRC particular;
- $Q(x)$ = cociente de la división; y
- $R(x)$ = resto de la división, que incluye la CRC:

$$R(x) = \sum_{i=1}^k r_i x^{k-i} = r_1 x^{k-1} + r_2 x^{k-2} + \dots + r_k x^0$$

Tabla B-169. Umbrales de interferencia de tipo ruido de banda limitada como interferencia en los receptores GPS L1 y SBAS L1 en la navegación en estado permanente.

<i>Anchura de banda de interferencia</i>	<i>Umbral de interferencia para receptores en navegación en estado permanente</i>
0 Hz < Bw_i ≤ 700 Hz	-150.5 dBW
700 Hz < Bw_i ≤ 10 kHz	Aumentando linealmente de -150.5 a -143.5 dBW
10 kHz < Bw_i ≤ 100 kHz	Aumentando linealmente de -143.5 a -140.5 dBW
100 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	-140.5 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 20 MHz	Aumentando linealmente de -140.5 a -127.5 dBW*
20 MHz < Bw_i ≤ 30 MHz	Aumentando linealmente de -127.5 a -121.1 dBW*
30 MHz < Bw_i ≤ 40 MHz	Aumentando linealmente de -121.1 a -119.5 dBW*
40 MHz < Bw_i	-119.5 dBW*

El umbral de interferencia no ha de exceder de 140,5 dBW/MHz en la gama de frecuencia 1 575.42 ±10 MHz.

Tabla B-171. Umbrales de interferencia por impulsos

	GPS L1 y SBAS L1
Gama de frecuencias para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	1 575.42 MHz ± 20 MHz
Umbral de interferencia (potencia de cresta del impulso) para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	-20 dBW
Umbral de interferencia (potencia de cresta del impulso) fuera de las gamas de frecuencia dentro de la banda y próxima a la banda (interferencia fuera de banda)	0 dBW
Anchura de impulso	≤125 μ
Ciclo de impulsos	≤1%
Anchura de banda de la señal interferente para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	≥1 MHz

La señal interferente es ruido gaussiano blanco aditivo que se centra en torno a la frecuencia portadora con las características de anchura de banda e impulso que se especifican en la tabla.

Interferencia dentro de la banda, próxima a la banda y fuera de banda se refiere a la frecuencia central de la señal interferente.

La interferencia fuera de banda es interferencia cuya frecuencia central está ubicada en cualquiera de los dos extremos de la gama de la frecuencia central, dentro de la banda o próxima a la banda, a una distancia mínima de 250 por ciento de la anchura de banda de esta gama de frecuencias.

La anchura de banda de la señal determina la anchura de banda mínima de la señal tipo ruido con una potencia de un valor que alcanza al nivel del umbral de interferencia por impulsos con la anchura de impulsos y ciclo de servicio especificados.

Al considerar el canal L1 de un receptor L1/L5, este valor está relacionado con interferencias por impulsos no aeronáuticas con una frecuencia de portadora que se encuentre dentro de un margen de 1 215 MHz – 2 000 MHz. Esta tabla no describe las interferencias por impulsos no aeronáuticas en el ambiente que han de considerarse para el canal L5 en un receptor L1/L5.

Tabla B-172. Ganancia mínima de antena — antenas de una sola frecuencia para GPS (L1), GLONASS (L1OF), BDS (B1C), BDS (B1I) y/o SBAS L1

Ángulos de elevación grados	Ganancia mínima dBic
0	-7.0
5	-5.5
10	-4.0
15 a 90	-2.5

Tabla B-173. Ganancia mínima de antena— antenas de doble frecuencia para GPS (L1/L5), GLONASS (L1OC/L3OC), Galileo (E1/E5a), BDS (B1C/B2a) y/o SBAS (L1/L5)

Ángulos de elevación grados	Ganancia mínima dBic
0	-7.0
5	-4.5
10	-3.0
15	-1.5
30	0.5
≥ 75	1.5

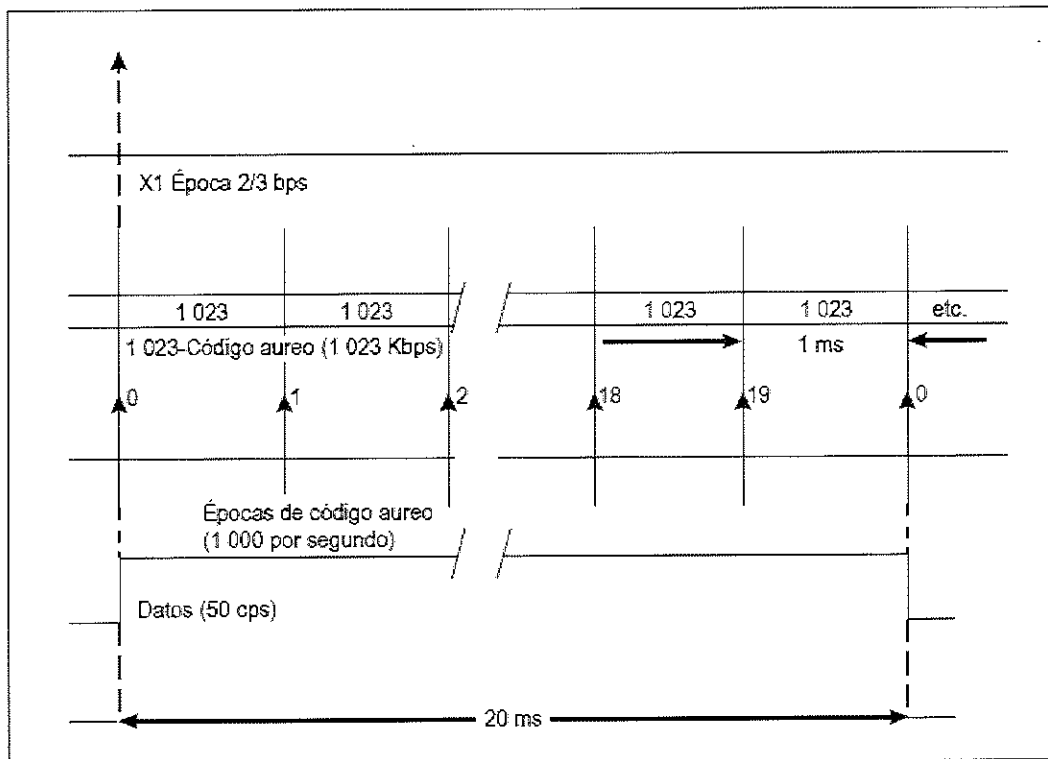


Figura B-1. Relaciones de temporización de códigos C/A.

SUBTRAMA 1	TLM	HOW	Número de semana GPS, exactitud y funcionalidad SV
SUBTRAMA 2	TLM	HOW	Parámetros efeméricos
SUBTRAMA 3	TLM	HOW	Parámetros efeméricos
SUBTRAMA 4 (25 páginas)	TLM	HOW	Datos de almanaque y de funcionalidad para satélites 25-32, mensajes especiales, configuración de satélites, banderas, datos ionosféricos y UTC
SUBTRAMA 5 (25 páginas)	TLM	HOW	Datos de almanaque y de funcionalidad para satélites 1-24 y hora de referencia de almanaque y número de semana GPS

Figura B-2. Estructura de tramas.

[Handwritten signatures and initials]

Preámbulo								Reservados																Paridad							
1	0	0	0	1	0	1	1	MSB																	LSB						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		

Figura B-3. Palabra TLM.

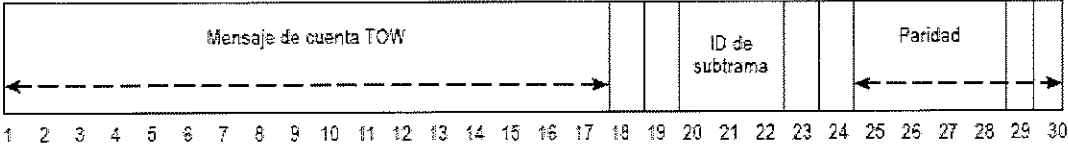


Figura B-4. Palabra HOW.

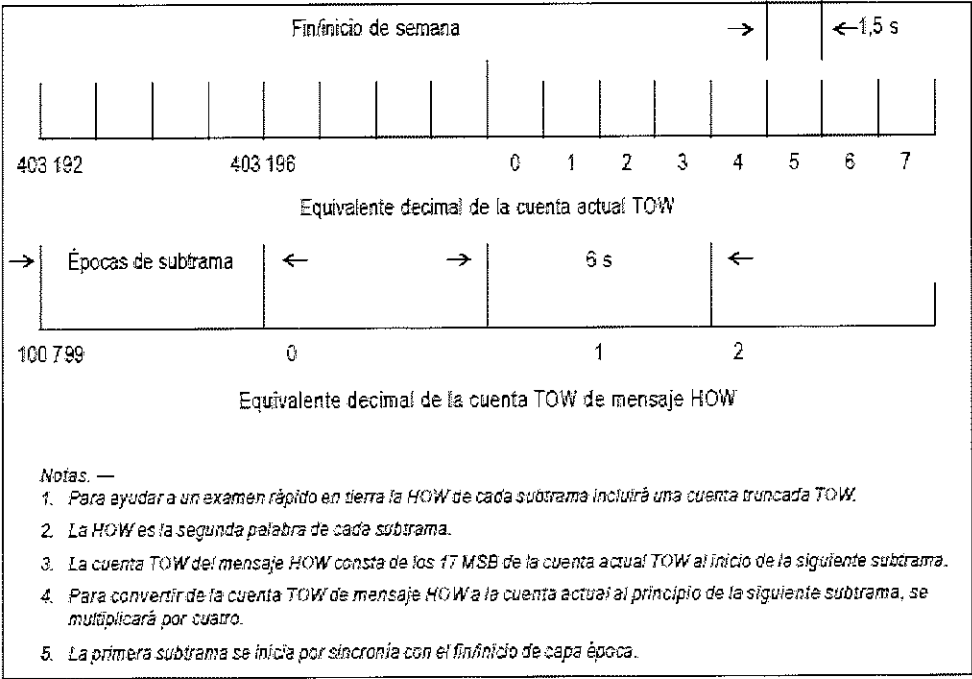
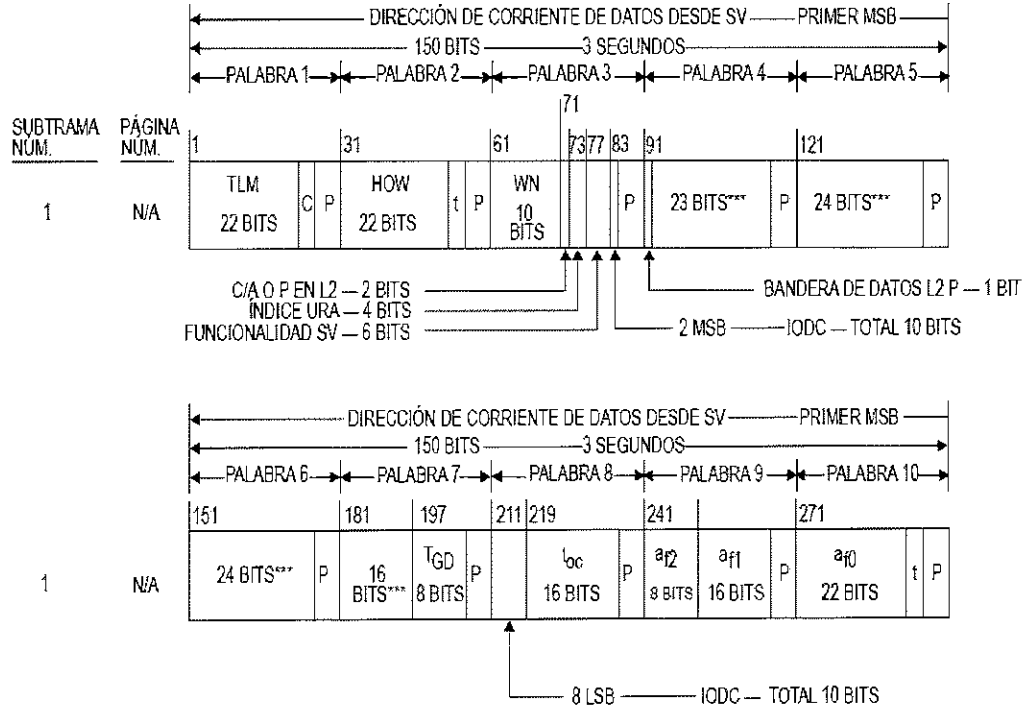


Figura B-5. Relaciones de línea de tiempo de la palabra HOW.

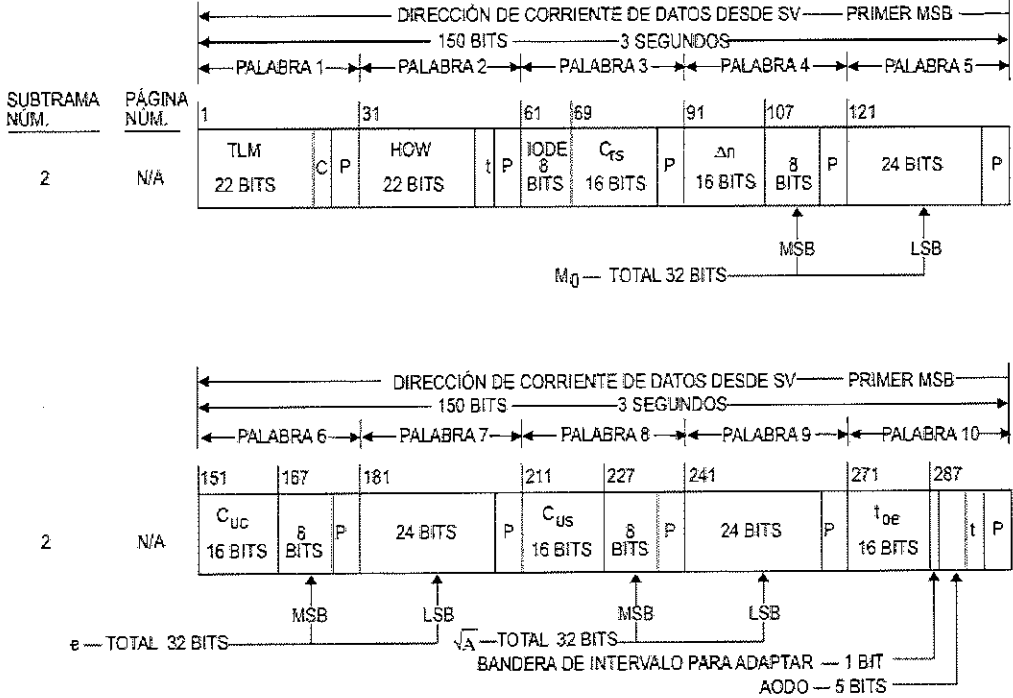
[Handwritten signatures and initials]



*** RESERVADOS
 P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
 C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (1 de 11).

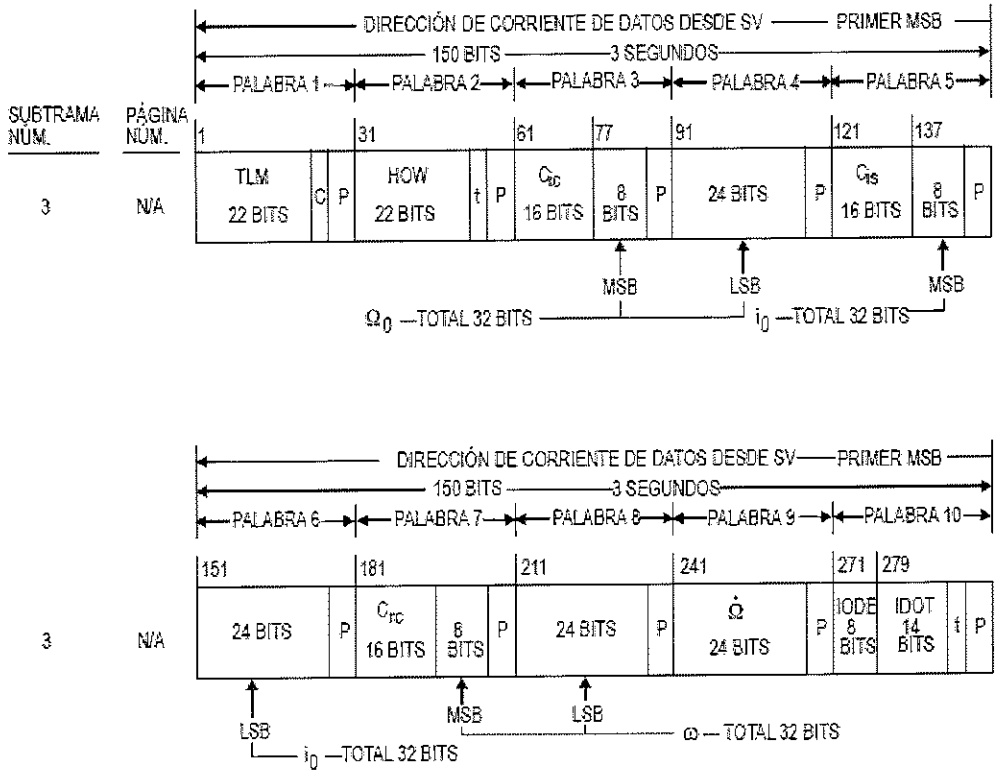
[Handwritten signatures and initials]



P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
 C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (2 de 11).

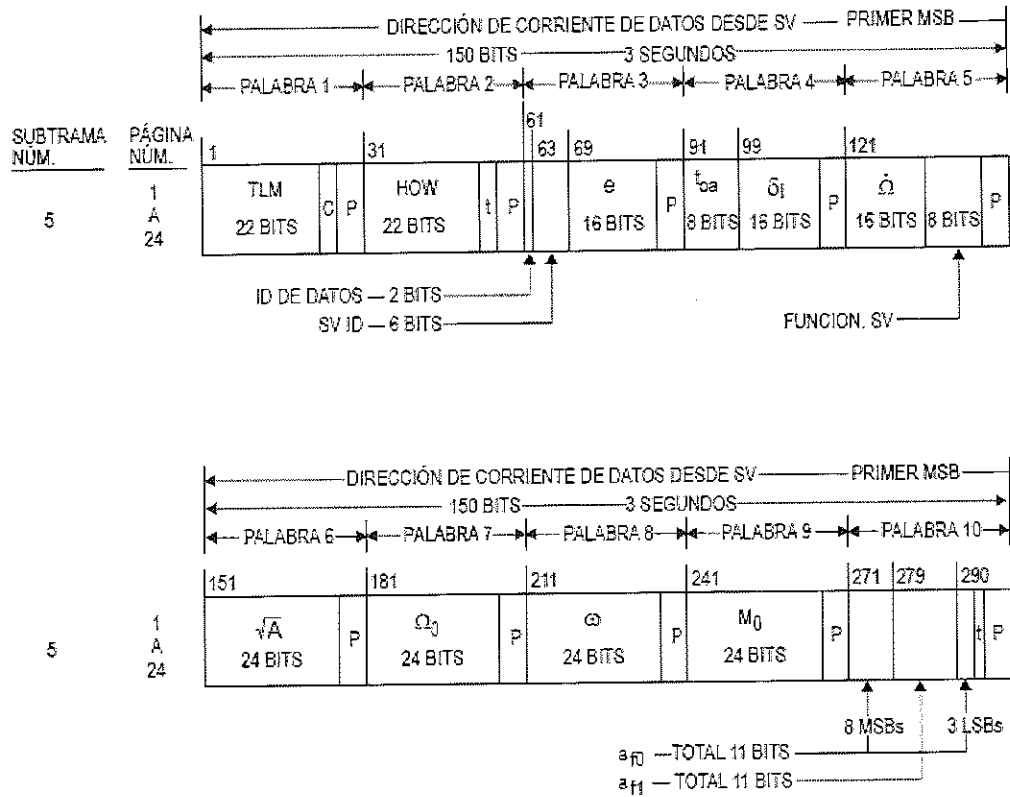
[Handwritten signatures]



P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
 C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (3 de 11).

[Handwritten signatures]

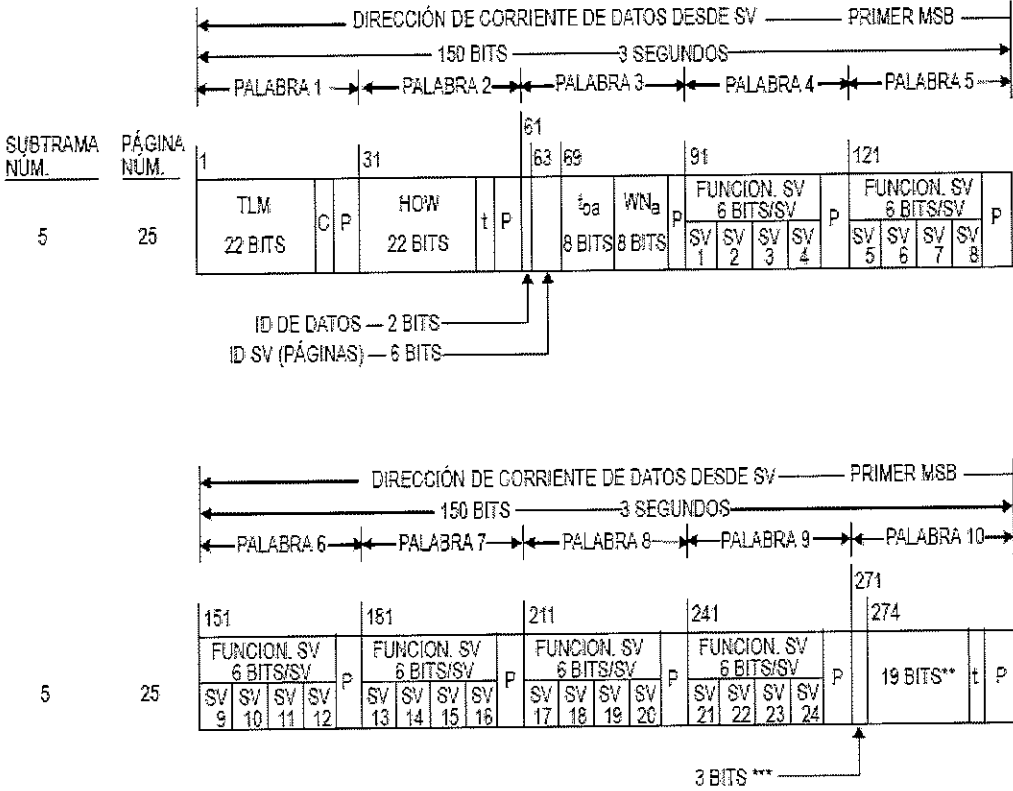


P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Las páginas 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10 de la subtrama 4 tienen el mismo formato de las páginas 1 a 24 de la subtrama S.

Figura B-6. Formato de datos (4 de 11).

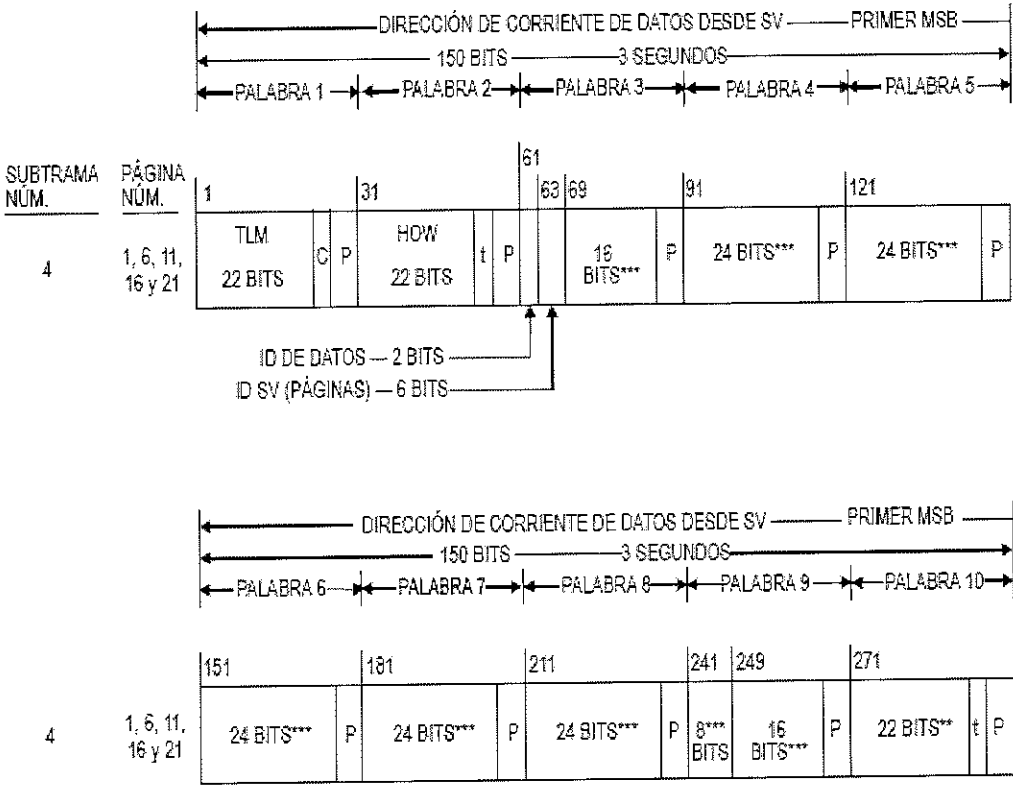
[Handwritten signatures and initials]



** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
 *** RESERVADO
 P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (5 de 11).

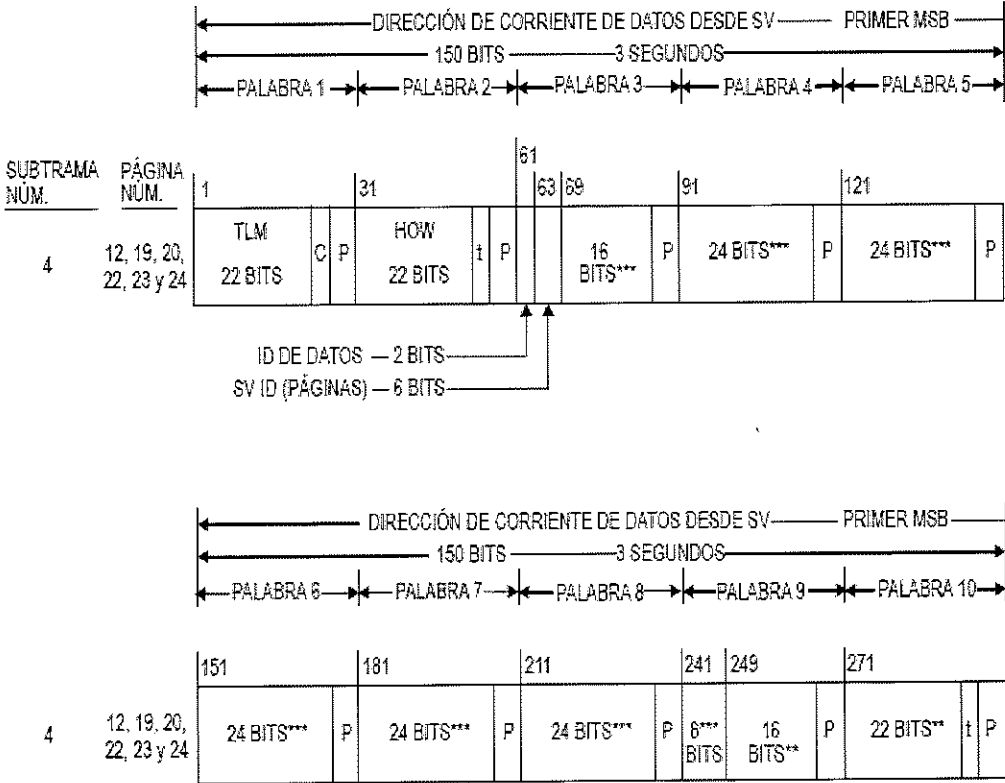
[Handwritten signatures and initials]



** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
 *** RESERVADO
 P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (6 de 11).

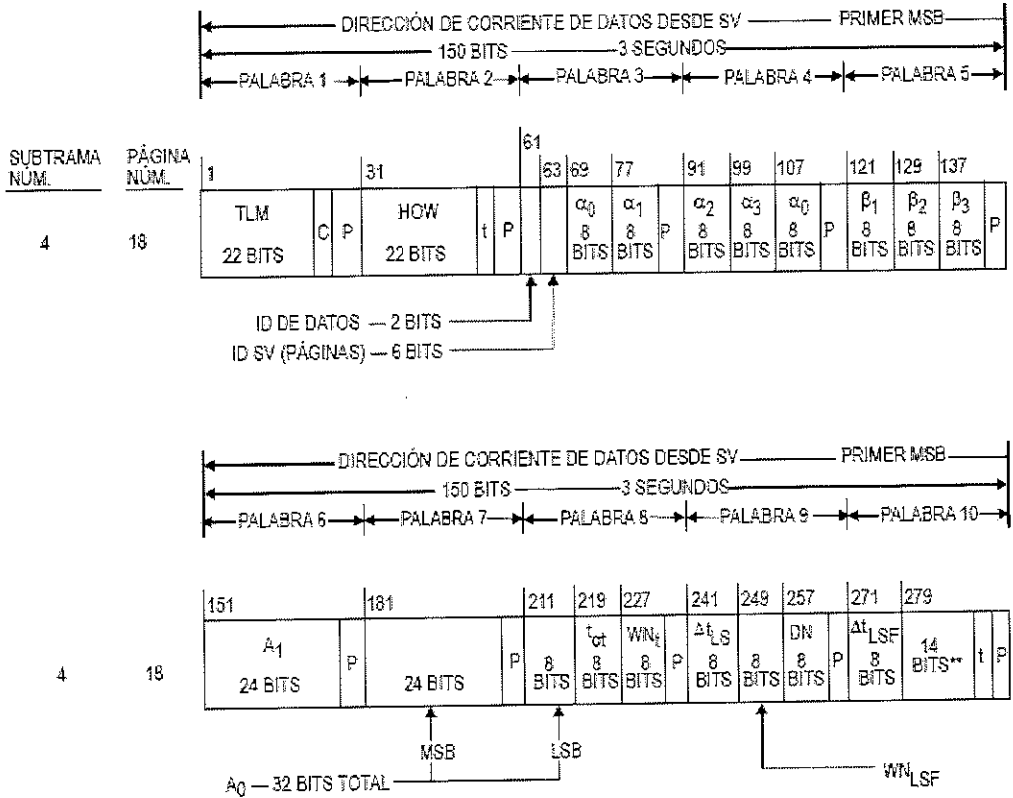
[Handwritten signatures and initials]



*** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
 **** RESERVADO
 P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (7 de 11).

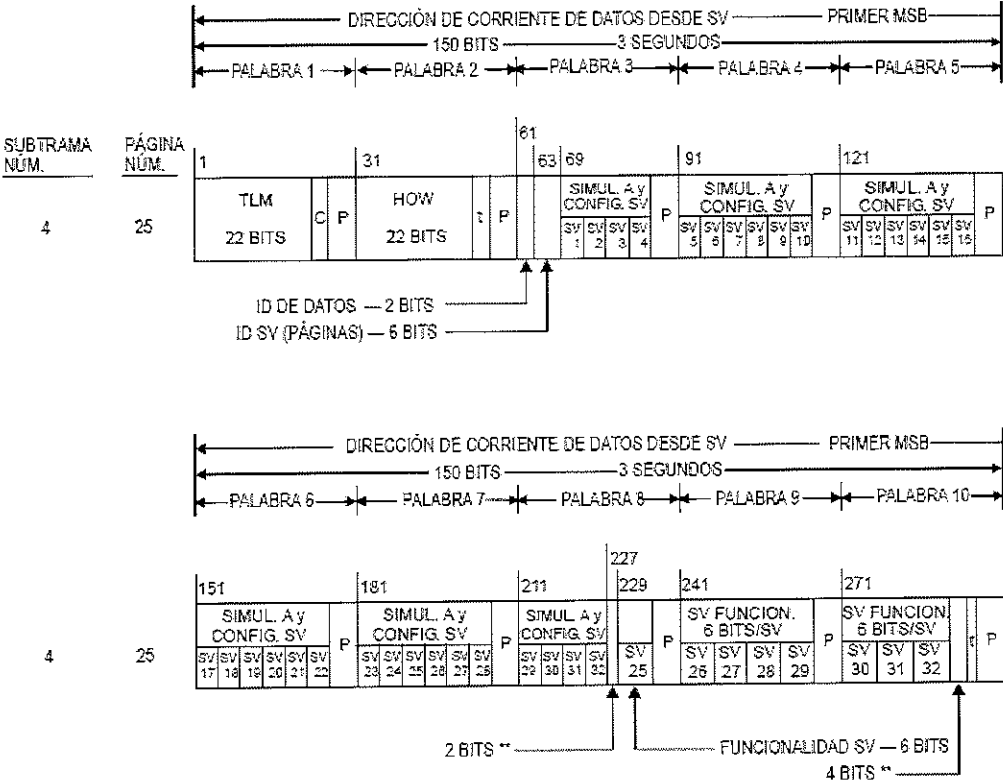
[Handwritten signatures and initials]
 H.
 H.
 P.
 SR



** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (8 de 11).

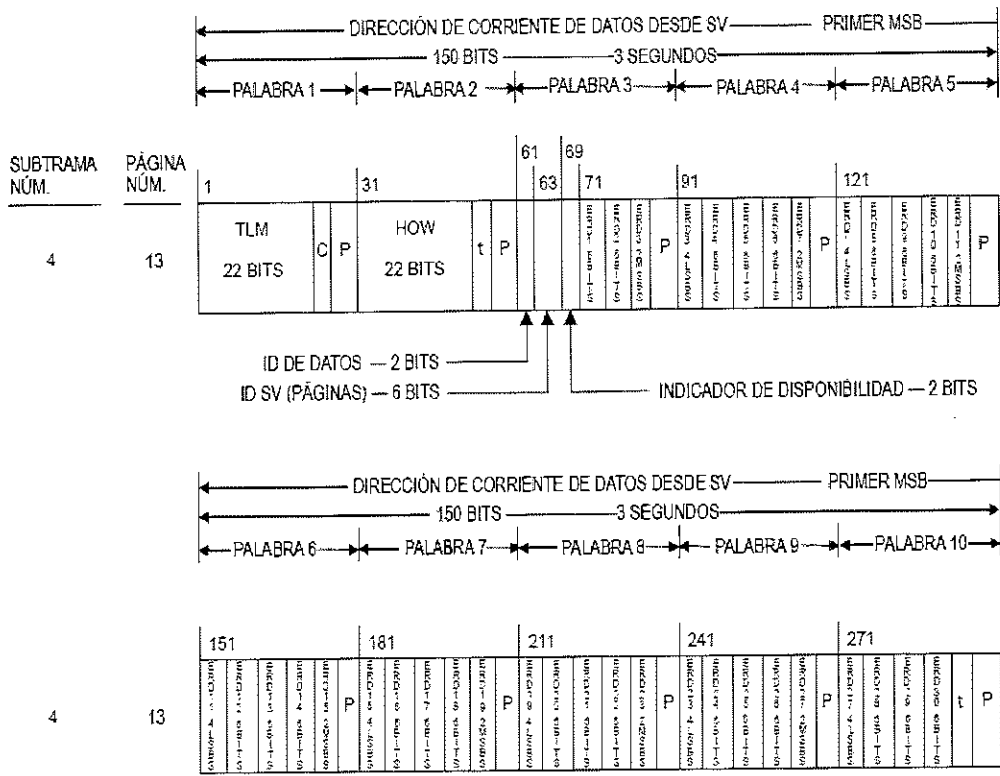
[Handwritten signatures and marks]



** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (9 de 11).

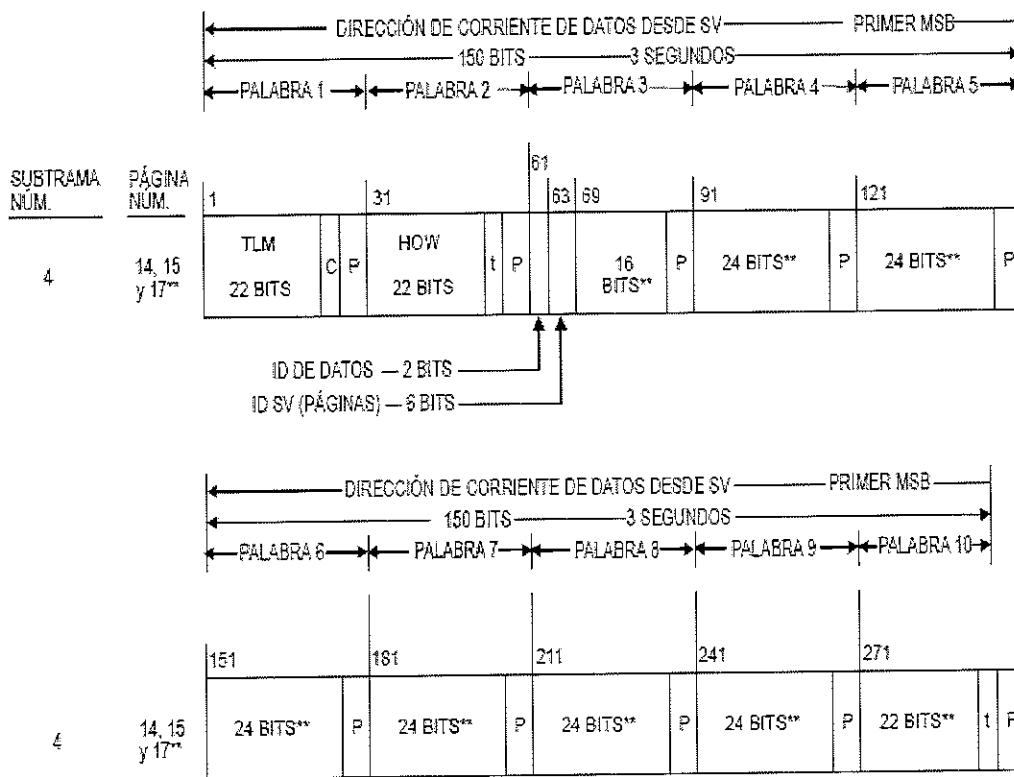
[Handwritten signatures and initials]



P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
 C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (10 de 11).

[Handwritten signatures and marks]



** LAS PARTES INDICADAS DE LAS PALABRAS 3 A 10 DE LAS PÁGINAS 14 Y 15 ESTÁN RESERVADAS PARA USO DEL SISTEMA, MIENTRAS QUE LAS INDICADAS EN LA PÁGINA 17 ESTÁN RESERVADAS PARA MENSAJES ESPECIALES
 P = 6 BITS DE PARIDAD
 t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
 C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (II de II).

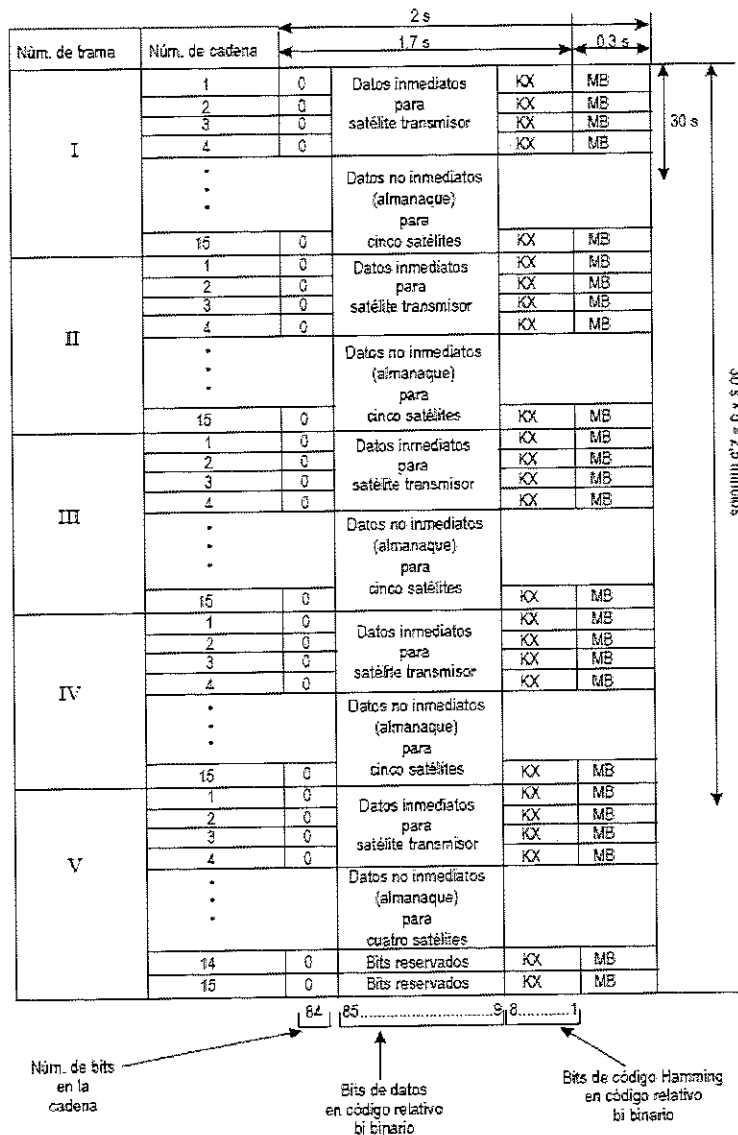


Figura B-7. Estructura de supertrama.

1	m	4	2	3	12	24	5	27	8	MB
		m	$\# P1$	k	$x_n'(b)$	$x_n''(b)$	$x_n(b)$	$x_n(b)$	KX	MB
(P2)	2	m	3	7	*	24	5	27	8	MB
		m	B_n	b	$y_n'(b)$	$y_n''(b)$	$y_n(b)$	$y_n(b)$	KX	MB
(P3)	3	m	4	11	21	21	5	27	8	MB
		m	$\gamma_n(b)$	$\# P$	$z_n'(b)$	$z_n''(b)$	$z_n(b)$	$z_n(b)$	KX	MB
4	m	4	11	14	14	14	14	14	14	MB
		m	$\tau_n(b)$	$\Delta \tau_n$	E_n	$\# N_1$	$\# N_2$	$\# N_3$	$\# N_4$	MB
5	m	4	11	16	16	16	16	16	16	MB
		m	N_n^A	τ_c	τ_c	τ_{cgs}	τ_{cgs}	τ_{cgs}	τ_{cgs}	MB
6	m	3	10	10	10	10	10	10	10	MB
		m	M_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
7	m	4	16	16	16	16	16	16	16	MB
		m	ω_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
8	m	3	10	10	10	10	10	10	10	MB
		m	M_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
9	m	4	16	16	16	16	16	16	16	MB
		m	ω_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
10	m	3	10	10	10	10	10	10	10	MB
		m	M_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
11	m	4	16	16	16	16	16	16	16	MB
		m	ω_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
12	m	3	10	10	10	10	10	10	10	MB
		m	M_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
13	m	4	16	16	16	16	16	16	16	MB
		m	ω_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
14	m	3	10	10	10	10	10	10	10	MB
		m	M_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB
15	m	4	16	16	16	16	16	16	16	MB
		m	ω_n^A	$\tau_{\lambda n}^A$	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	$\Delta \tau_n^A$	MB

* Bits reservados dentro de la trama
 En 3.2.1.3 y 3.2.1.4 se presentan las definiciones, el contenido de los datos y explicaciones de los parámetros.

Figura B-8. Estructura de tramas (tramas 1 a 4).

1	m	4	3	2	1	17	24	5	27	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	$\pi_n(t_b)$	$x_n(t_b)$	$x_n''(t_b)$	$x_n(t_b)$	KX	
2	m	4	3	1	5	24	5	27	8	MB	
		π	π^A	π^A	π^A	$\pi_n(t_b)$	$y_n(t_b)$	$y_n''(t_b)$	$y_n(t_b)$	KX	
3	m	4	1	1	2	24	5	27	8	MB	
		π	π^A	π^A	π^A	$\pi_n(t_b)$	$z_n(t_b)$	$z_n''(t_b)$	$z_n(t_b)$	KX	
4	m	4	1	1	1	14	11	1	1	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	$\pi_n(t_b)$	$\Delta \tau_n$	E_n	N_T	KX	
5	m	4	1	1	1	11	3	1	1	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_c	N_J	τ_{ess}	τ_{ess}	KX	
6	m	4	2	1	1	30	31	18	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	λ_n^A	$\Delta \tau_n^A$	ϵ_n^A	ϵ_n^A	KX	
7	m	4	1	1	1	16	21	21	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	H_n^A	H_n^A	KX	
8	m	4	2	1	1	10	31	18	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	ϵ_n^A	ϵ_n^A	KX	
9	m	4	1	1	1	16	21	21	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	H_n^A	H_n^A	KX	
10	m	4	1	1	1	10	31	18	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	ϵ_n^A	ϵ_n^A	KX	
11	m	4	1	1	1	16	21	21	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	H_n^A	H_n^A	KX	
12	m	4	2	1	1	10	21	18	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	ϵ_n^A	ϵ_n^A	KX	
13	m	4	1	1	1	16	21	21	15	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	τ_{zn}^A	$\Delta \tau_n^A$	H_n^A	H_n^A	KX	
14	m	4	1	1	1	10	10	10	10	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	B_1	B_2	KP	KP	KX	
15	m	4	1	1	1	10	10	10	10	8	MB
		π	π^A	π^A	π^A	B_1	B_2	KP	KP	KX	

* Bits reservados dentro de la trama
 En 3.2.13 y 3.2.14 se presentan las definiciones, el contenido de los datos y explicaciones de los parámetros.

Figura B-9. Estructura de tramas (trama 5)

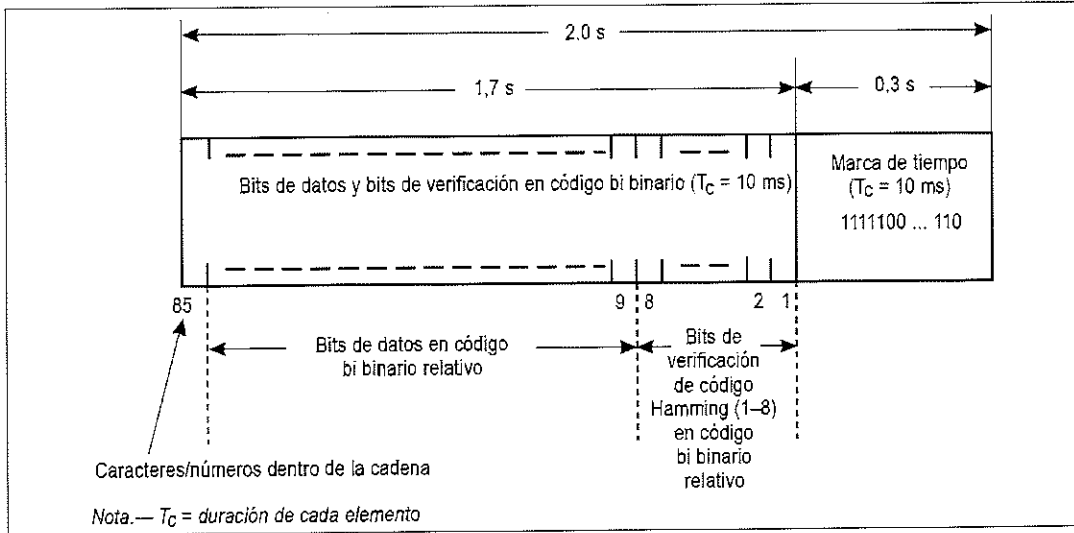


Figura B-10. Estructura de cadena de datos

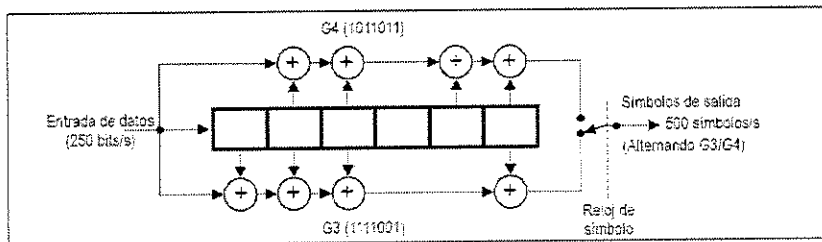


Figura B-11. Codificación convolucional.

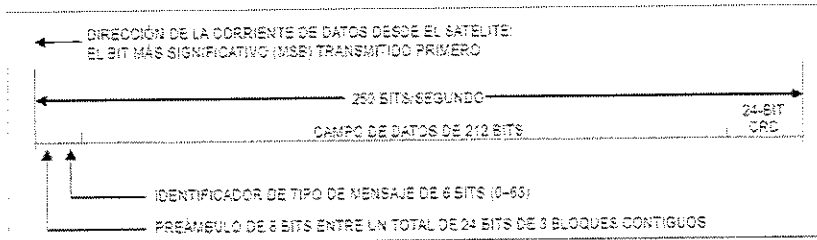


Figura B-12. Formato de bloque de datos.

[Handwritten signatures and initials]

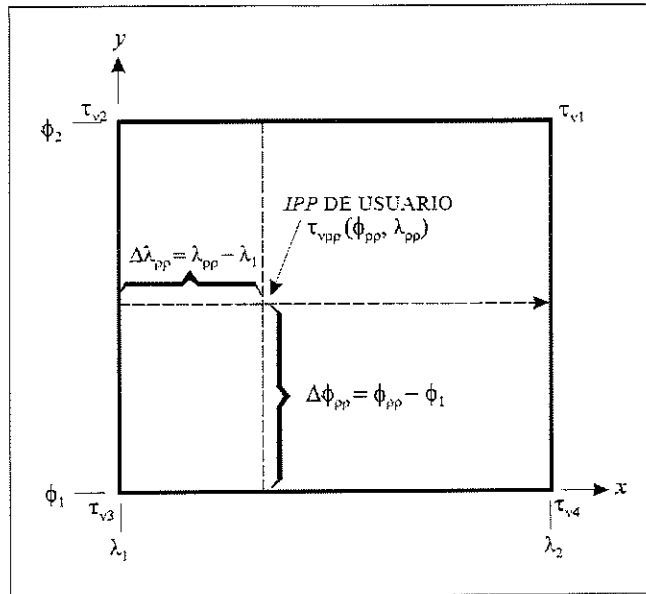


Figura B-13. Regla convencional para numeración IGP (cuatro IGP).

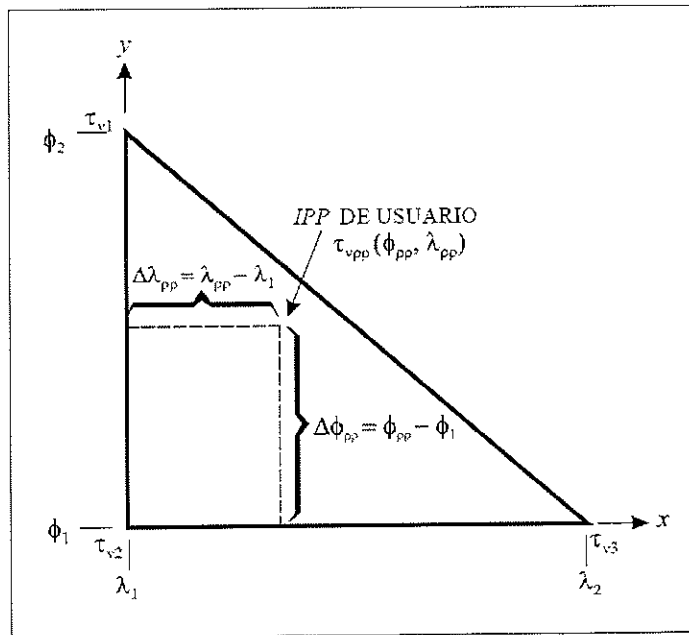


Figura B-14. Regla convencional para numeración IGP (tres IGP).

[Handwritten signatures and initials]

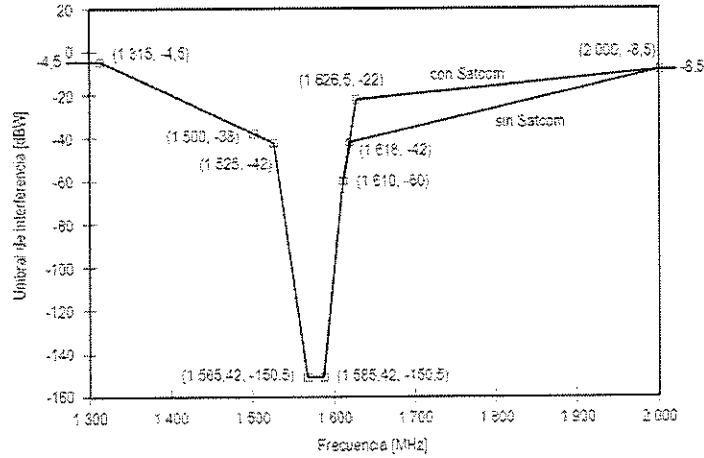


Figura B-15. Umbrales de interferencia CW para receptores GPS y SBAS en la navegación en estado permanente.

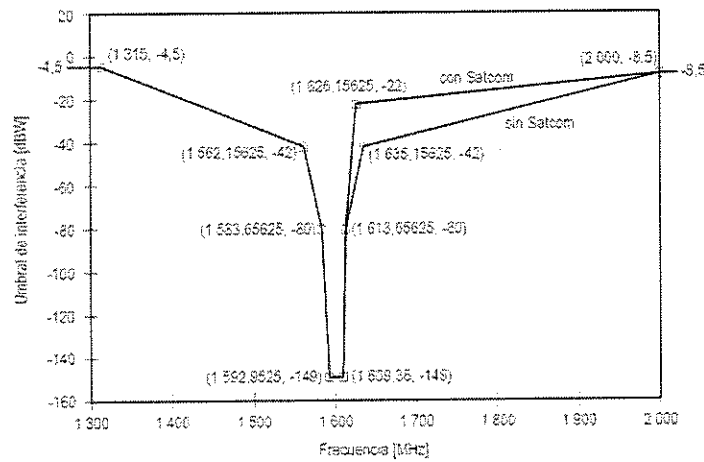


Figura B-16. Umbrales de interferencia CW para receptores GLONASS en la navegación en estado permanente.

[Handwritten signatures]

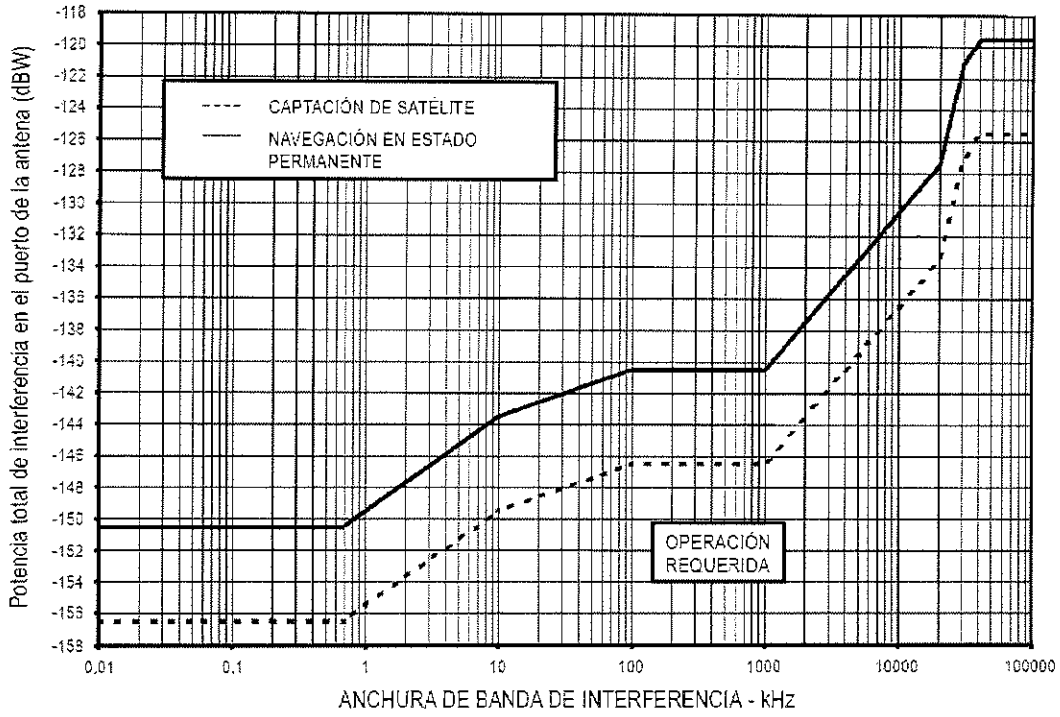


Figura B-17. Umbrales de interferencia en función de anchura de banda para receptores GPS y SBAS.

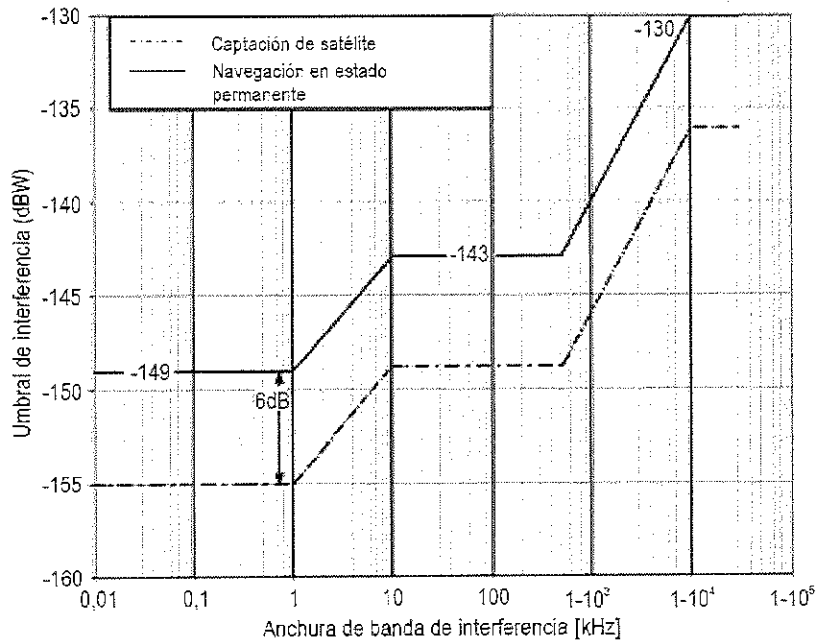


Figura B-18. Umbrales de interferencia en función de anchura.

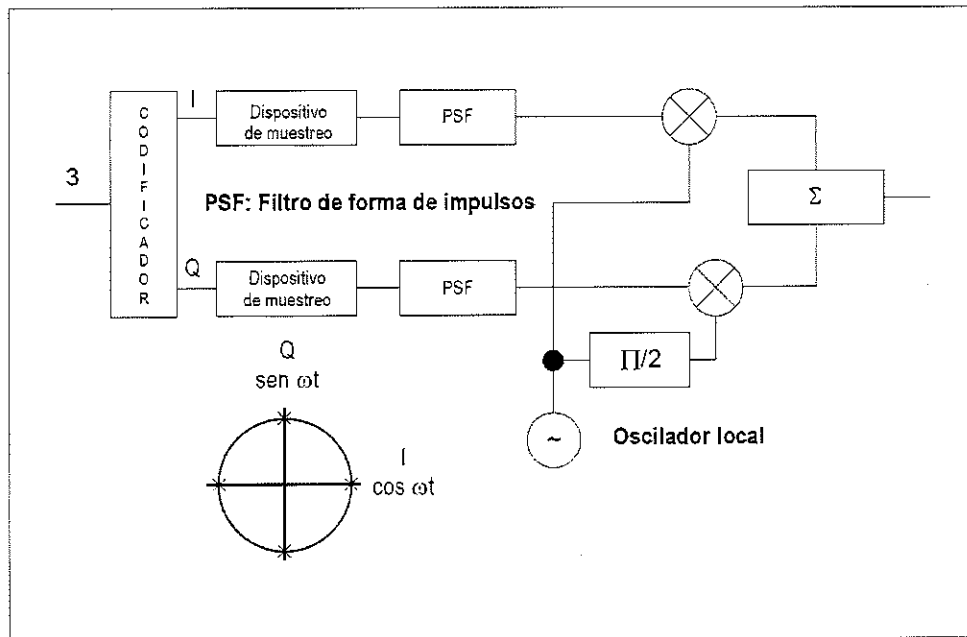


Figura B-19. Modulación de los datos de muestreo

[Handwritten signatures and marks]