REPUBLICA DOMINICANA

REGLAMENTO AERONÁUTICO DOMINICANO

RAD 10 - VOLUMEN I

RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN

IDAC

INSTITUTO DOMINICANO DE AVIACION CIVIL

TABLA DE CONTROL DE PÁGINAS EFECTIVAS

No. de Enmienda	Fecha Aplicación	Páginas Afectadas	Anotado por
1	04/11/2014		Santiago Castro
2	19\10\2015		Santiago Castro
3	10/01/2017		Santiago Castro
4	20/12/2018		Santiago Castro
5	09/12/2020		Santiago Castro
6	15/01/2024		Megan De Jesús
7	20/01/2026	20/79, 32/79, 60/79, 67/79, AP-B 8/363, AP-B 18/363, AP-B 21/363, AP -B 26/363, AP-B 72/363, AP-B 122/363,AP-B 133/363, AP-B 152/363, AP-B 160/363, AP-B 164/363, AP-B 165/363, AP-B 202/363, AP-B 203/363, AP-B 204/363, AP-B 213/363, AP-B 224/363	Megan De Jesús

TABLA DE CONTROL DE ENMIENDAS

No. de Enmienda	Origen	Temas	Aprobación /Aplicación
1	Enmiendas 83, 84, 85, 87 y 88 del Anexo 10	-	20/10/2014 04/11/2014
2	Enmienda 89 del Anexo 10 y Modificaciones Internas		30/09/2015 19/10/2015
3	Enmienda 90 del Anexo 10		25/11/2016 10/01/2017
4	Enmienda 91 del Anexo 10 Vol. I		13/11/2018 20/12/2018
5	Enmienda 92 del Anexo 10 Vol. I		18/11/2020 09/12/2020
6	Enmienda 93 del Anexo 10 Vol. I		11/01/2024 15/01/2024
7	Enmienda 94 del Anexo 10, Volumen I	Vigilancia autónoma avanzada de la integridad en el receptor (ARAIM), sistema mundial de determinación de la posición (GPS), sistema Galileo, sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), equipo radiotelemétrico (DME) y planificación de la asignación de frecuencias y su utilización para el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), radiofaro omnidireccional VHF (VOR), DME y GBAS	16/10/2025 20/01/2026

“Intencionalmente dejada en blanco”

Índice

Sección "A" - Disposiciones generales relativas a las Radioayudas para la Navegación

10.1 Definiciones y abreviaturas.
10.2 Generalidades
10.3 Radioayudas para la navegación Normalizadas.
10.5 Verificaciones de funcionamiento.
10.7 Información sobre estado de los servicios de radionavegación.
10.9 Fuente de energía para las radioayudas para la navegación aérea.
10.11 Consideraciones sobre factores humanos.
10.13 Reservado.
10.15 Reservado.
10.17 Reservado.

Sección "B" – Especificaciones Relativas a las Radioayudas para la Navegación

10.19 Especificación para el ILS.
10.21 Reservado.
10.23 Reservado.
10.25 Reservado.
10.27 Reservado.
10.29 Reservado.
10.31 Reservado.
10.33 Reservado.
10.35 Reservado.
10.37 Reservado.
10.39 Reservado.
10.41 Reservado.
10.43 Reservado.
10.45 Reservado.
10.47 Reservado.
10.49 Reservado.

10.51 Reservado.
10.53 Reservado.
10.55 Reservado.
10.57 Reservado.
10.59 Reservado.
10.61 Reservado.
10.63 Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR)
10.65 Reservado.
10.67 Reservado.
10.69 Reservado.
10.71 Reservado.
10.73 Reservado.
10.75 Reservado.
10.77 Reservado.
10.79 Reservado.
10.81 Reservado.
10.83 Especificación para el radiofaro no direccional NDB
10.85 Reservado.
10.87 Reservado.
10.89 Reservado.
10.91 Reservado.
10.93 Reservado.
10.95 Reservado.
10.97 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME)
10.99 Reservado.
10.101 Reservado.
10.103 Reservado.
10.105 Reservado.
10.107 Reservado.
10.109 Reservado.
10.111 Reservado.
10.113 Reservado.

10.115 Reservado.
10.117 Reservado.
10.119 Reservado.
10.121 Reservado.
10.123 Reservado.
10.125 Reservado.
10.127 Reservado.
10.129 Reservado.
10.131 Reservado.
10.133 Reservado.
10.135 Reservado.
10.137 Reservado.
10.139 Reservado.
10.141 Reservado.
10.143 Reservado.
10.145 Reservado.
10.147 Reservado.
10.149 Reservado.
10.151 Reservado.
10.153 Reservado.
10.155 Reservado.
10.157 Reservado.
10.159 Reservado.
10.161 Reservado.
10.163 Reservado.
10.165 Reservado.
10.167 Reservado.

Sección “C” - Requisitos para el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS)

10.169 Generalidades.

10.171 Reservado.
10.173 Reservado.
10.175 Reservado.
10.177 Reservado.
10.179 Reservado.
10.181 Reservado.
10.183 Reservado.
10.185 Reservado.
10.187 Reservado.
10.189 Reservado.
10.191 Reservado.
10.193 Reservado.
10.195 Reservado.
10.197 Reservado.
10.199 Reservado.
10.201 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS).
10.203 El GBAS desempeñará las siguientes funciones.
10.205 Volumen de servicio.
10.207 Características de la radiodifusión de datos.
10.209 Receptor GNSS de aeronave.
10.211 Resistencia a interferencias.
10.213 Base de datos.
10.215 Reservado.

Sección "D" - Características de Sistema para los Sistemas Receptores de a bordo ADF

10.217 Precisión de la indicación de marcación.

Apéndices del RAD 10 VOL I

Apéndice "A"- Reservado.
Apéndice "B"- Especificaciones Técnicas del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS).

“Intencionalmente dejada en blanco”

Sección "A"- Disposiciones Generales Relativas a las Radioayudas para la Navegación

10.1 Definiciones y abreviaturas.

Las Definiciones y abreviaturas correspondientes a este RAD10, están publicadas en el RAD 1, de Definiciones.

10.2 Generalidades.

a) El Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) es el ente responsable de la planificación, instalación, supervisión y operación de las ayudas a la navegación aérea; siendo además responsable del mantenimiento, calibración y verificación de calidad de las señales irradiadas.

b) El IDAC se basa en las normas reconocidas internacionalmente aceptadas por nuestra nación en relación con las disposiciones reglamentarias referidas a la calidad y características técnicas de las emisiones de las señales de las radioayudas a la navegación aérea.

c) El IDAC es quien determina, basándose en la seguridad de las operaciones aéreas y los acuerdos regionales, los lugares que requieren y/o requerirán ayudas no visuales para la aproximación de precisión y el aterrizaje.

10.3 Radioayudas para la navegación Normalizadas.

a) Los sistemas normalizados de radioayudas para la navegación serán:

1) El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) que se ajuste a las normas contenidas en la Sección B sub-sección 10.19.
2) El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) conforme a las normas de la Sección C sub-sección 10.169.
3) El radiofaro omnidireccional VHF (VOR) conforme a las normas de la Sección B subsección 10.63;
4) El radiofaro no direccional (NDB) conforme a las normas de la Sección B subsección 10.83; y
5) El equipo radiotelemétrico (DME) conforme a las normas de la Sección B subsección 10.97;

b) Cuando sea instalado un nuevo Sistema de Ayudas no visuales o se sustituya uno existente, este debe cumplir con los siguientes objetivos:

1) Mantener el nivel de seguridad actual o superior, todo el tiempo.
2) Conservar, por lo menos el nivel actual de servicio, o el nivel superior planificado.
3) Mantener el inter funcionamiento a escala mundial.
4) Permitir flexibilidad regional en base a una planificación coordinada.
5) Atender los aspectos económicos, operacionales y técnicos.

c) Cualquier diferencia que exista entre las radioayudas para la navegacion y las normas estipuladas en este reglamento, se incluirá en la publicación de información aeronáutica de República Dominicana (AIP).

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

e) Disposiciones específicas para el GNSS:

1) Un sistema normalizado de ayudas para la navegación será el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) conforme a las normas de la sub-sección 10.169.
2) Se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS proporcionado por uno de sus elementos (sub-sección 10.169), con un aviso previo mínimo de seis (6) años del proveedor de ese servicio.
3) El IDAC aprueba las operaciones basadas en el GNSS, y se asegura de que de que se graban los datos del GNSS pertinentes a esas operaciones.
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, deberían conservarse por períodos más prolongados hasta que sea evidente que ya no serán necesarias.

f) Radar de aproximación de precisión

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

g) 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; VOR, NDB, DME, GNSS y sistemas de navegación de aeronaves. Para dicho fin se han utilizado; VOR, NDB, DME, GNSS y sistemas de navegación de aeronaves.

10.5 Verificaciones de funcionamiento.

Las radioayudas para la navegación aérea se someterán a verificaciones permanentes, tanto en tierra como en vuelo, para verificar su correcto funcionamiento operativo, tal como especifican en las sub-secciones 10.19, 10.63, 10.83 y 10.97, respectivamente.

10.7 Información sobre estado de los servicios de radionavegación.

Las dependencias del IDAC que suministran servicios de control de aproximación, así como las torres de control de los aeródromos, recibirán en forma oportuna, de conformidad con el uso del servicio o servicios correspondientes la información sobre el estado operacional las radioayudas para la navegación esenciales para la aproximación, aterrizaje y el despegue en el aeródromo de que se trate.

10.9 Fuente de energía para las radioayudas para la navegación aérea.

Las radioayudas para la navegación aérea, 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.

10.11 Consideraciones sobre factores humanos.

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

10.13 Reservado.

10.15 Reservado.

10.17 Reservado.

Sección "B" - Especificaciones Relativas a las Radioayudas para la Navegación

10.19 Especificación para el ILS.

a) Requisitos básicos del ILS

1) El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:

i) Equipo localizador VHF, con su sistema monitor correspondiente y el equipo de mando a distancia e indicador.

ii) Equipo UHF de trayectoria de planeo, con el sistema monitor correspondiente, y el equipo de telemando e indicador.

iii) Un medio apropiado que permita efectuar verificaciones de la trayectoria de planeo.

2) 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:

i) 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

ii) 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.

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.

4) Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo especificados en la sub-sección 10.19 a) 1) y 2) que forman parte del ILS - Categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a lo establecido en las sub-secciones 10.19, b) y 10.19, d) respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS - Categoría de actuación II.

5) Los componentes de localizador y trayectoria de planeo especificados en la sub-sección 10.19 a) 1) y 2) que forman parte de un ILS - Categoría de actuación II se ajustarán a las normas aplicables a estos componentes en un ILS - Categoría de actuación I, complementadas o enmendadas por las normas de las sub-secciones 10.19, b) y 10.19, d) en que se prescribe aplicación al ILS - Categoría de actuación II.

6) Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en la sub-sección 10.19,b),10), ii) que forman parte de una instalación ILS de Categoría de actuación III se ajustarán, fuera de eso, a las normas aplicables a estos componentes en instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II, excepto en lo que resulten complementadas por las normas de las sub-secciones 10.19, b), 10) y 10.19, d), 6) en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la Categoría de actuación III.

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

i) 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.

8) En aquellos lugares en los que haya 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 garantizará que sólo radie el localizador que se utilice para la dirección de aproximación en uso.

i) 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.

9) 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 indicados en el Apéndice B, párrafos 3.6.8.2.2.5 y 3.6.8.2.2.6, 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.

b) Localizador VHF y monitor correspondiente

1) Generalidades

i) La radiación del sistema de antenas del localizador producirá un diagrama de campo compuesto, modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama de campo de radiación producirá un sector de rumbo con un tono predominando en un rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

ii) 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.

iii) 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.

2) Radiofrecuencia.

i) 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 ±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.

ii) 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 20º respecto a la horizontal.

A) 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 20º respecto a la horizontal.

B) 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 20º de inclinación lateral respecto a la horizontal.

C) Para localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III las señales producidas por el transmisor no contendrá 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 10Hz.

3) Cobertura.

i) El localizador proporcionará señales suficientes para permitir un funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de a bordo, 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:

A) 46,3 Km. (25 NM) dentro de ±10º respecto al eje de rumbo frontal.

B) 31,5 Km. (17 NM) entre 10º y 35º respecto al eje de rumbo frontal.

C) 18,5 Km. (10 NM) fuera de los ± 35º 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 ±10º y 18,5 Km. (10 NM) dentro del resto de la cobertura,

cuando otros medios de navegación proporcionen cobertura satisfactoria dentro del área de aproximación intermedia. Las señales del localizador se recibirán a las distancias especificadas y a una altura igual o superior a 600 m (2000 ft) por encima de la elevación del umbral o de 300 m (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 fuera desde la antena del localizador y tenga una inclinación de 7º por encima del plano horizontal.

ii) En todos los puntos del volumen de cobertura especificado en la sub-sección 10.19, b),3), salvo lo estipulado en A) ,B) y C), a continuación, la intensidad de campo no será inferior a 40 μV/m (-114 dBW/m^2).

A) 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 μV/m (-107 dBW/m^2) 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.

B) 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 μV/m (-106 dBW/ m^2) a una distancia de 18,5 Km. (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200 μV/m (-100 dBW/m^2) a una altura de 15m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

C) 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 μV/m (-106 dBW/m^2) a una distancia de 18,5 Km. (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200 μV/m (-100 dBW/m^2) a una altura de 6 m (20 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. A partir de este punto y hasta otro punto situado a 4 m (12 ft) por encima del eje de la pista ya 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 μV/m (-106 dBW/m^2).

iii) 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 la sub-sección 10.19, b),3), no será menor de 10 dB.

iv) 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.

4) Estructura del curso.

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

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

ii) 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 la 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:

Zona	**Amplitud (DDM)** (Probabilidad del 95%)
Desde la referencia ILS hasta el punto "D"	0,005
Desde el punto “D” del ILS hasta el punto "E"	0,005 en el punto “D” del ILS aumentando linealmente hasta 0,010 en el punto “E” del ILS

5) Modulación de la portadora.

i) 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.

ii) 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%.

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

A) Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz ± 2,5%.

B) Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz ± 1,5% para instalaciones de a Categoría de actuación II.

C) Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz ± 1 % para instalaciones de la Categoría de actuación III.

D) El contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%, además, respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%.

E) El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá de l0%.

iv) Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deberán ser de 90 y de 150 Hz ±1,5%, cuando sea posible.

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

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

A) Respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20º; y

B) Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10º,

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

vii) Con sistemas de localizadores de dos frecuencias, la sub-sección 10.19, b),5),vi) 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°.

B) Respecto a localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°,

De fase 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:

A1) Respecto a localizadores de instalaciones de las Categorías de actuación I y II de 20°.

B2) Respecto a localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III, de10°, de fase por referencia a 150 Hz.

viii) 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 la sub-sección 10.19, b),5),vii). 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 la sub-sección 10.19, b),5),vii).

ix) En el equipo que se instale por primera vez antes del 1 de enero del 2000, la suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 y 150 Hz no deberá exceder del 60% o ser inferior al 30% en la zona de cobertura requerida.

6) Precisión de la alineación de curso.

i) 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);

C) Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III ±3 m (10 ft).

ii) 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.

7) Sensibilidad de desplazamiento.

i) 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 6º.

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

A) ± 17% del valor nominal para las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II.

B) ± 10 % del valor nominal para las instalaciones ILS de categoría de actuación III.

iii) Respecto a las instalaciones ILS de Categoría de actuación II, la sensibilidad de desplazamiento deberá ajustarse y mantenerse dentro de los límites de ±10%, cuando sea factible.

iv) 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 ±10º la DDM no será inferior a 0,180. Desde ±10º hasta ±35º respecto al eje de rumbo frontal la DDM no será inferior a 0,155. Cuando se requiera cobertura fuera del sector de ±35º, la DDM en el área de cobertura, excepto en el sector de rumbo posterior, no será inferior a 0,155.

8) Identificación.

i) 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.

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

iii) Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y constará de dos o tres letras. Deberá 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.

iv) 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.

9) Emplazamiento.

i) 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.

ii) Para instalaciones de Categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se situará y ajustará de acuerdo con 10.19, b),9), a menos que por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

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

10) Equipo monitor.

i) 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 la sub-sección 10.19, b),10),v) cuando persista alguna de las condiciones expresadas en la sub-sección 10.19, b),10),ii) de esta parte a continuación:

A) Suspenderá la radiación; y
B) Suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación.

ii) 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 10.19, b),3), 4) y 5), o a un nivel que es inferior al 50% del nivel normal, lo que ocurra primero);

E) En el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% con tal que el localizador continúe satisfaciendo los requisitos de las sub-secciones 10.19, b),3), 4) y 5).

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

iii) 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 ±10º del eje de rumbo frontal, salvo en el sector de rumbo posterior, disminuya por debajo de 0,155.

iv) El período total de radiación, incluyendo el período o períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación especificados en los numerales A, B, C, D, E y F de la sub-sección 10.19 b),10) será tan corto como sea factible, compatible con la necesidad de evitar interrupciones del servicio de navegación proporcionado por el localizador.

v) El período total a que se hace referencia en la sub-sección 10.19 b),10), iv) de esta parte no excederá en ningún caso de:

A) 10 s para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación I.

B) 5 s para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II.

C) 2 s para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III.

vi) 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.

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

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 la sub-sección 10.19 c).

$\Delta 1f = 108,1\text{-}f_1$, donde f1 la frecuencia de N1, la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz

2) El equipo 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

d) Equipo de trayectoria de planeo UHF, y monitor correspondiente

1) Generalidades.

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

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

ii) El Angulo de trayectoria de planeo ILS debe ser 3º. Solo se usaran ángulo de trayectoria de planeo o ILS diferente de 3º cuando no sea posible satisfacer por otros medios los requisitos de franqueamiento de obstáculo.

A) La trayectoria de planeo se ajusta y mantiene dentro de:

A1) 0,075 θ respecto a θ para trayectorias de planeo de las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II.

B2) 0,04 θ respecto a θ para trayectoria de planeo de las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

iii) 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.

iv) 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).

v) 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).

vi) 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).

2) Radiofrecuencia.

i) 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.

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

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

3) Cobertura.

i) El equipo de trayectoria de planeo emitirá señales suficientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de aeronave, en sectores de 8º en azimut a cada lado del eje de la trayectoria de planeo del ILS, hasta una distancia de por lo menos 18,5 Km. (10 NM) entre 1,75 2 y 0,45 2 por encima de la horizontal o un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a 0,30 2 , se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

ii) A fin de proporcionar la cobertura para la actuación de la trayectoria de planeo especificada en la sub-sección 10.19 d), 3), i), la intensidad mínima de campo en este sector de cobertura será de 400 μV/m (-95 dBW/m^2). Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación I, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 30 m (100 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

4) Estructura de la trayectoria de planeo ILS.

i) 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

ii) 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)
Desde el límite exterior de la cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,035
Desde el punto "A" hasta el punto "B" del ILS	0,035 en el punto “A” del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,023 en el punto “B”
Desde el punto "B" hasta la referencia del ILS	0,023

5) Modulación de la portadora.

i) 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 42,50%.

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

A) Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz con una tolerancia del 2,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I.

B) Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación II;

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

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

E) El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

iii) Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deberán ser de 90 y 150 Hz dentro de ±1,5%, cuando resulte posible.

iv) 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 %.

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

A) Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, 20º.

B) Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III, 10º,

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

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

A) Para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, 20º,

B) Para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III, 10º,

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 dentro de:

A1) Para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I y II, 20º,

B2) Para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III, 10º;

de fase por referencia a 150 Hz.

vii) 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 la sub-sección10.19 d), 5), iii), A). 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 la sub-sección 10.19 d), 5), iii), A).

viii) 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.

6) Sensibilidad de desplazamiento.

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

ii) En el caso de trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular deberá corresponder a una DDM de 0,0875 en un desplazamiento angular de 0,12 θ por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de ±0,02 θ . Los sectores superior e inferior deberán ser todo lo más simétricos posible, dentro de los límites especificados en la sub-sección 10.19 d), 6), i).

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

A) 0,12 θ por debajo de la trayectoria, con una tolerancia de ±0,02 θ;

B) 0,12 θ por encima de la trayectoria, con una tolerancia de +0,02 θ y −0,05 θ.

iv) En el caso de trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación III, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular corresponderá a una DDM de 0,0875 en desplazamientos angulares de 0,12 θ por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de ±0,02 θ.

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

vi) 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 ±25% del valor nominal elegido.

vii) 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 ±20% del valor nominal elegido.

viii) 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 ±15% del valor nominal elegido.

7) Equipo monitor.

i) 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 la sub-sección 10.19 d), 7), ii), A), si persiste alguna de las siguientes condiciones:

A) Desviación del ángulo medio e de trayectoria de planeo ILS que sea superior al sector comprendido entre -0,075 θ y + 0,10 θ.

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 d e las sub-secciones 10.19 d), 3), 4) y 5).

C) En el caso de trayectorias de planeo ILS en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% de lo normal con tal que la

trayectoria de planeo continúe satisfaciendo los requisitos d e las sub-secciones 10.19 d), 3), 4) y 5).

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

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

A) El período total de radiación mencionado en la sub-sección 10.19 d),7),a), ii) no sobrepasará en ningún caso:

A1) 6 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I.

B2) 2 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III.

iii) 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.

e) Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo.

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

Localizador (MHz)	*Trayectoria de planeo (MHz)*	*Localizador (MHZ)*	*Trayectoria de planeo (MHz)*
108,1	334,7	110,1	334,4
108,15	334,55	110,15	334,25
109,9	333,8	111,9	331,1
109,95	333,65	111,95	330,95

10.21 Reservado.

10.23 Reservado.

10.25 Reservado.

10.27 Reservado.

10.29 Reservado.

10.31 Reservado.

10.33 Reservado.

10.35 Reservado.

10.37 Reservado.

10.39 Reservado.

10.41 Reservado.

10.43 Reservado.

10.45 Reservado.

10.47 Reservado.

10.49 Reservado.

10.51 Reservado.

10.53 Reservado.

10.55 Reservado.

10.57 Reservado.

10.61 Reservado.

10.63 Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR)

a) Generalidades.

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.

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

3) 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.

b) Radiofrecuencia.

1) El VOR trabajará en la banda 112,000 a 117,900 MHz. La frecuencia más alta asignable será de 117,900 MHz. La separación entre canales se hará por incrementos de 100 kHz, en relación con la frecuencia asignable más alta. La tolerancia de frecuencia para la portadora será de ± 0,005%.

c) Polarización y precisión del diagrama.

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

2) La contribución de la estación terrestre al error en la información de marcación suministrada por la radiación polarizada horizontalmente del VOR, para todos los ángulos de elevación entre cero y 40º, medidos desde el centro del sistema de antenas del VOR, será de ± 2º.

d) Cobertura.

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 40º.

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 μV/m-107 dBW/m^2.

e) Modulaciones de las señales de navegación.

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:

i) Una subportadora de 9,960 Hz de amplitud constante, modulada en frecuencia a 30 Hz.

A) 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);

B) 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°;

ii) Una componente modulada en amplitud a 30 Hz:

A) 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";

B) Para el VOR Doppler, esta componente, de fase constante en relación con el azimut y de amplitud constante, se radia omnidireccionalmente, y se denomina "fase de referencia".

3) 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%.

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

5) Las frecuencias de modulación de la fase variable y de la fase de referencia serán de 30 Hz con una tolerancia de ±1 %.

6) La frecuencia central de la modulación de la subportadora será de 9,960 con una tolerancia de ± 1 %.

7) Para el VOR convencional, el porcentaje de modulación con amplitud de la subportadora de 9,960 Hz no excederá del 5%.

i) Para el VOR Doppler, el porcentaje de la modulación en amplitud de 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.

8) 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**
9 960 Hz	referencia 0 dB
2a. armónica	-30dB
3a. armónica	-50dB
4a. armónica y siguientes	-60dB

f) Identificación.

1) 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.

2) Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y consistirá en dos o tres letras. La señal de identificación deberá transmitirse por lo menos tres veces cada 30 s, espaciada igualmente dentro de ese período. Una de dichas señales de identificación puede ser una identificación oral. El tono de modulación será de 1 020 Hz con ±50 Hz de tolerancia.

3) 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, se puede permitir aumentar la modulación por la señal de identificación en clave hasta un valor que no sobrepase el 20%.

4) 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 d e las sub-secciones 10.63 e) 7) i) y 10.63 e) 8)

g) Equipo monitor.

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

i) Un cambio de más de 1º, en el emplazamiento del equipo de control de la información de marcación transmitida por el VOR.

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

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

i) Suprimirá las componentes de identificación y de navegación de la portadora; o bien

ii) Hará que cese la radiación.

h) Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR.

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:

$$\mathbf{2N_1 + N_2 + 72 \leq 0}$$

Para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107.7 a 108,0 MHz.

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

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

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 literal b, de esta sub-sección.

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

i) 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

10.65 Reservado.

10.67 Reservado.

10.69 Reservado.

10.71 Reservado.

10.73 Reservado.

10.75 Reservado.

10.77 Reservado.

10.79 Reservado.

10.81 Reservado.

10.83 Especificación para el Radiofaro no Direccional NDB

a) Cobertura.

1) El valor mínimo de intensidad de campo en la cobertura nominal de un NDB debería ser 70 μ V/m.

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

3) 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.

4) 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.

5) La frecuencia del tomo de modulación usado para la identificación será de 1 020 Hz ±50 Hz ó de 400 Hz ±25 Hz.

b) Limitaciones de la potencia radiada.

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

c) Radiofrecuencias.

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.

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%.

d) Identificación.

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.

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.

i) 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.

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.

4) La frecuencia del tomo de modulación usado para la identificación será de 1 020 Hz ±50 Hz ó de 400 Hz ±25 Hz.

e) Características de las emisiones.

1) Excepto lo dispuesto en el literal b) de esta sub-sección, todos los NDB radiarán una portadora ininterrumpida y se identificarán por interrupción de un tono de modulación de amplitud (NON/A2A).

i) 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.

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

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

4) No debe 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.

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

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.

f) Emplazamiento de los radiofaros de localización.

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 lo 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 Procedimientos para los servicios de navegación aérea - Operación de aeronaves. (Doc. 8168).

g) Equipo monitor.

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

i) Disminución de la potencia de la portadora radiada de más del 50% del valor necesario para obtener la zona de servicio clasificada.

ii) Falla de transmisión de la señal de identificación.

iii) Funcionamiento defectuoso o falla de los medios de control.

2) Durante las horas de servicio de un NDB, los medios de control deberán proporcionar comprobación constante del funcionamiento del NDB, según se prescribe en la sub-sección 10.83 g), 1) ,i), ii) y iii).

3) 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 la sub-sección 10.83 g), 1) ,i), ii) y iii).

10.85 Reservado.

10.87 Reservado.

10.89 Reservado.

10.91 Reservado.

10.93 Reservado.

10.95 Reservado.

10.97 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME)

a) Generalidades.

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. 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. En este documento el Sistema DME, al que se hace mención es el Sistema DME/N, con retardo modo X.

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

3) 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.

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

i) Funcionaran en pares de frecuencias normalizados de conformidad con la sub-sección 10.197 c), 3), iv).

ii) Tendrán un emplazamiento común dentro de los límites prescritos en literal e) de esta sub-sección y en la sub-sección 10.197, b).

iii) Cumplirán con las disposiciones sobre identificación, de la sub-sección 10.197 c), 6), iv).

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

i) 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),

ii) Para fines distintos de los indicados en i), la separación de las antenas del VOR y del DME no excede de 600 m (2 000 ft).

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

i) 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),

ii) Para fines distintos de los indicados en i), la separación de las antenas del VOR y del DME no excede de 600 m (2 000 ft).

b) Asociación del DME con el ILS.

1) El DME, proporcionará al piloto una indicación de distancia cero en el punto de toma de contacto para satisfacer las necesidades operacionales.

2) La indicación de distancia cero, será lograda emplazando el transpondedor tan cerca como sea posible del punto en el cual se requiere dicha indicación. Además, ajustando el retardo de tiempo del transpondedor, para permitir que los interrogadores de la aeronave indiquen distancia cero a una distancia determinada de la antena del DME. Cuando la distancia cero se indican con una referencia diferente a la antena, se debe publicar dicha información.

3) Los posibles emplazamientos a ser considerados, se tendrán en cuenta los factores técnicos tales como la longitud de pista, perfil, terreno local y altura de la antena del transpondedor, para asegurar niveles de señal adecuados en la cercanía del umbral y a lo largo de la pista.

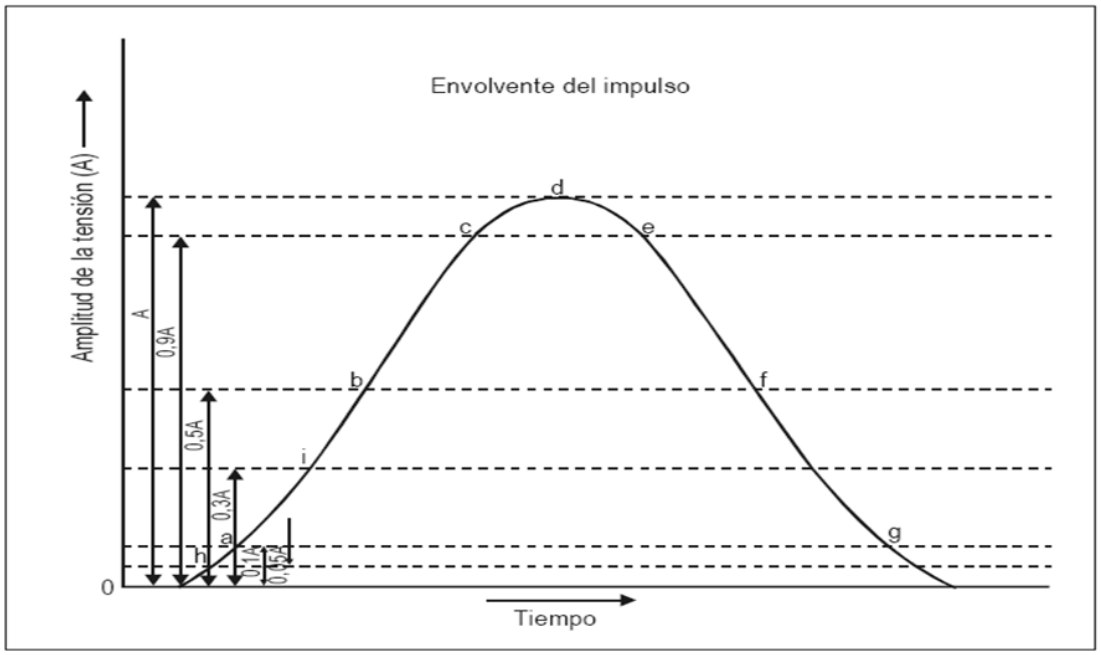


FIGURA No. 3-1

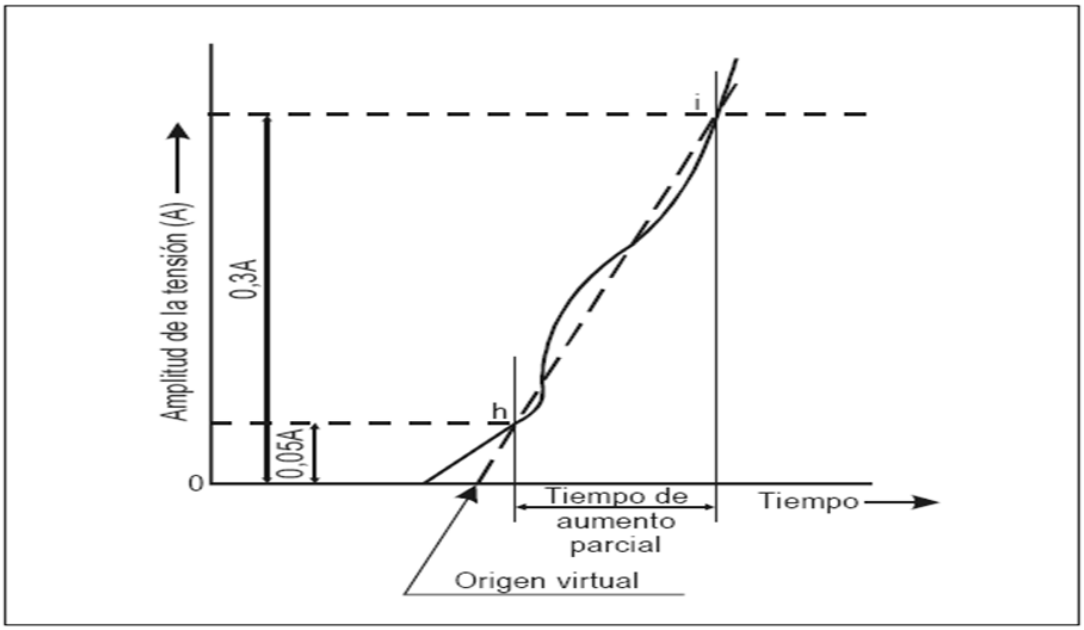


FIGURA No. 3-2

c) Características del Sistema

1) Actuación

i) 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.

2) Cobertura

i) El DME/N suministrará 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, como mínimo, 40°.

ii) Cuando el DME esté asociado con un VOR la cobertura será por lo menos la del VOR, siempre que sea posible.

iii) Cuando el DME esté asociado, con un ILS la cobertura del localizador con precisión de ± 10º, como se define en la sección 10.169, b, iii), será por lo menos la del ILS en cuestión.

iv) Precisión del sistema. Las normas de precisión que se especifican en el presente reglamento serán satisfechas con una probabilidad del 95%.

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.

3) Canales.

i) 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.

ii) Los canales DME en operación se escogerán de la Tabla A, de 100 canales, en la que se asignan los números de canal, las frecuencias y los códigos de impulso.

iii) Agrupación de los canales en pares

Cuando los transpondedores DME tengan que trabajar en combinación con una sola instalación VHF para la navegación en la banda de frecuencias de 108 a 117,95 MHz, el canal DME en operación formará un par con la frecuencia del canal VHF, según se indica en la Tabla A.

4) Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación.

i) El promedio de la frecuencia d e repetición de los impulsos del interrogador n o exceder á 30 pares de impulsos por segundo, basándose en la suposición de que el 95% del tiempo por lo menos se ocupa en seguimiento.

ii) 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.

iii) 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.

5) Número de aeronaves que puede atender el sistema.

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

6) Identificación del transpondedor.

Todos los transpondedores transmitirán una señal de identificación en una de las siguientes formas, tal y como es requerida en la sub-sección 10.197 c), 6), v).

A) Una identificación "independiente" que conste de impulsos de identificación codificadas (Código Morse Internacional) que pueda usarse con todos los transpondedores.

B) Una señal "asociada" que pueda usarse por los transpondedores combinados directamente con una instalación VHF de navegación que transmita ella misma una señal de identificación.

ii) 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 que se desee mantener un ciclo de trabajo constante, debería transmitirse un par de impulsos igualadores que tengan las mismas características que los pares de impulsos de identificación, 100 µs ± 10 µs después de cada par de identificación. Estos impulsos tendrán características similares a las de los demás impulsos de las señales de respuesta.

A) Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

iii) Las características de la señal "independiente" de identificación serán como sigue:

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

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

iv) Las características de la señal "asociada" serán como sigue:

A) Cuando se trate de una señal asociada con una instalación VHF la identificación se transmitirá en forma de puntos y rayas (Código Morse internacional) según se indica en la sub-sección 10.197 c), 6), iii), 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.

v) Aplicación de la identificación.

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

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

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

1) Transmisor.

i) Frecuencia de operación. El transpondedor transmitirá en la frecuencia de respuesta adecuada al canal DME asignado, según la tabla A.

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

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

A) El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 µs.

B) La duración del impulso será de 3,5 µs más o menos 0,5 µs.

C) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de 2,5 µs., pero no excederá de 3,5 µs.

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.

iv) Separación entre impulsos.

A) La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla de la sub-sección 10.197 d), 4).

B) La tolerancia de la separación entre impulsos será de ±0,25 µs.

C) Siempre que se pueda, la separación entre los impulsos del DME se ajustará a ±0,10 µs.

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

v) Potencia máxima de salida.

A) 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 sentido máximos especificados.

B) La potencia isótropa 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 la sub-sección 10.97, c).

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

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

E) 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.

vi) 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.

A) El nivel de potencia espuria especificado en la sub-sección 10.97,d), 1), vi) será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

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

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

2) Receptor.

i) Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia de interrogación apropiada al canal DME asignado, según la sub-sección 10.97, c), 3), ii).

ii) Estabilidad de frecuencia. La frecuencia central del receptor no variará en más de ±0,002% de la frecuencia asignada.

iii) Sensibilidad del transpondedor.

A) 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 por lo menos de:

A1) -103 dBW/m^2 con un alcance de cobertura de más de 56 km (30 NM);

B2) -93 dBW/m^2 para el DME/N con un alcance de cobertura de no más de 56 km (30 NM);

B) Las densidades mínimas de potencia especificaciones en a), de esta sub-sección, originarán una respuesta de transpondedor con una eficacia de por lo menos 70% .

C) Gama dinámica del DME. Debe 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 a) de esta sub-sección , 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.

D) 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.

E) Cuando la separación de un par de impulsos de interrogador se aparte del valor nominal en hasta ±1 µs, la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1 dB.

iv) Limitación de la carga.

A) 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 debería ser por lo menos de 50 dB.)

v) Ruido. Cuando se interrogue al receptor a las densidades de potencia especificadas en la sub-sección 10.129 a), 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.

vi) Anchura de banda.

A) La anchura de banda mínimo 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.

B) La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de la especificación dela sub-sección 10.103 ,cuando las señales de entrada sean las especificadas en la sub-sección 10.97, e) 1), iii).

C) 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 la sub-sección 10.97, d) 2), iii), para el DME 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.

vii) Tiempo de restablecimiento. Dentro de los 8 µs 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 µs 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 la sub-sección 10.97, e) 1), iii).

viii) Radiaciones espurias. La radiación de cualquier parte del receptor o de los circuitos conectados a él satisfará los requisitos estipulados en la sub-sección 10.97, d) 1), vi).

ix) Supresión de CW, ecos y protección contra la interferencia.

A) La supresión de CW y de ecos serán las adecuadas para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

x) 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.

3) Decodificación.

i) 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 las sub-secciones 10.97, e) 1), iii) y 10.97, e) 1), iv).

ii) 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.

iii) Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación con separación de ±2 µs, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en l a sub-sección 10.97, d) 2), iii), C), será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

4) Retardo de tiempo.

i) 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.

	Separación entre pares de impulsos (µ)		**Retardo (µ)**		
Sufijo de Canal	Modo de Funcionamiento	Interrogación	Respuesta	1er impulso Temporización	2do Impulso Temporización
X	DME	12	12	50	50

ii) Para el DME, el retardo del transpondedor debe poder ajustarse 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.

A) 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.

iii) Los transpondedores deben estar emplazados lo más cerca posible del punto en que se requiere la indicación cero.

5) Precisión.

i) El transpondedor no contribuirá con un error mayor de ±1 µs [150 m (500 ft)] al error total del sistema.

A) 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 debe ser superior a ± 340 m (0,183 NM) más 1,25% de la distancia medida.

B) La combinación de errores del transpondedor, errores de coordenadas del emplazamiento del transpondedor, efectos de propagación y efectos de interferencia de pulsos aleatorios no deberá contribuir con un error superior a ±185 m (0,1 NM) al error total del sistema.

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

6) Rendimiento.

i) El rendimiento de respuesta del transpondedor será de por lo menos el 70% en el caso del DME para todos los valores de carga del transpondedor, hasta la carga correspondiente a lo estipulado en la sub-sección 10. 111 y para el nivel mínimo de sensibilidad especificado en la sub-sección 10.97, d) 2), iii), A) y D).

ii) Tiempo muerto del transpondedor. El receptor del transpondedor quedará inactivo durante un período que normalmente no exceda de 60 µs 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.

7) Supervisión y control.

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

ii) Supervisión del DME.

A) Si se presenta alguna de las condiciones especificadas en el literal b) de esta sub -sección , el equipo monitor hará lo siguiente:

A1) Dará una indicación apropiada en un punto de control.

B2) El transpondedor en servicio dejará automáticamente de funcionar.

C3) El transpondedor auxiliar, si se dispone del mismo, se pondrá automáticamente en funcionamiento.

B) El equipo monitor funcionará en la forma especificada en el literal a) de esta sub-sección, si:

A1) El retardo del transpondedor difiere del valor asignado en 1 µs [150 m (500 ft)] o más;

B2) El retardo del transpondedor difiere del valor asignado en 0,5 µs [75 m (250 ft)] o más.

C) El equipo monitor deberá funcionar en la forma especificada en el literal a) de esta sub-sección si la separación entre el primer y el segundo impulsos del par de impulsos del transpondedor difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura en la sub-sección 10.97, d) ,4), en 1 μs o más.

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

A1) Una disminución de 3 dB o más en la potencia de salida transmitida por el transpondedor.

B2) 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).

C3) La separación entre el primer y segundo impulsos del par de impulsos de respuesta del transpondedor difiere del valor normal especificado en la sub-sección 10.97, d) ,1), iv), en 1 μs o más.

D4) 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).

E) Se proporcionarán medios a fin de que las condiciones y funcionamiento defectuoso enumerados en los literales b, c y d, que son objeto de supervisión, puedan persistir por un período determinad 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.

F) 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.

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

e) Características técnicas del interrogador.

1) El Transmisor.

i) Frecuencia de operación. El interrogador transmitirá en la frecuencia de la interrogación apropiada al canal DME asignado, según la tabla A.

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

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

A) El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 ms.

B) La duración del impulso será de 3,5 ms ± 0,5 ms.

C) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de 2,5 ms, pero no excederá de 3,5 ms.

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.

iv) Separación entre impulsos.

A) La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla que figura en la sub-sección 10.97, d) ,4), i).

B) DME. La tolerancia de la separación entre impulsos será de ± 0,5 ms.

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

v) Frecuencia de repetición de los impulsos.

A) La frecuencia de repetición de los impulsos será la especificada en la sub-sección 10.109.

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

vi) 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 mw (– 47 dBW).

2) Retardo.

i) El retardo estará de acuerdo con los valores indicados en la tabla que figura en la sub-sección 10.97, d) ,4), i).

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

3) Receptor.

i) Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia del transpondedor apropiada al canal DME en operación asignado, según la tabla A.

ii) Sensibilidad del receptor.

A) DME. La sensibilidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en la sub-sección 10.97, e), 4), para la densidad de potencia de señal especificada en la sub-sección 10.97, d), 1), ii)

B) DME. 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 la sub-sección 10.97, d), 1), v) y un valor máximo de –18 dBW/m^2.

iii) Anchura de banda.

A) La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación de la sub-sección 10.97, c), 1), iv) cuando las señales de entrada sean las especificadas en la sub-sección 10.97, d), 1), iii)

iv) Rechazo de interferencia.

A) 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.

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

v) Decodificación.

A) 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 la sub-sección 10.97, d), 1), iv)

B) Rechazo del decodificador. Se rechazará todo par de impulsos de respuesta con una separación de ± 2ms, o más, con respecto al valor nominal y con cualquier nivel de señal de hasta 42 dB por encima de la sensibilidad del receptor.

4) Precisión.

i) El interrogador no contribuirá con un error superior a ± 315 m (± 0,17 NM)) o 0,25% del alcance indicado, lo que sea mayor, al error total del sistema.

Tabla A. Canales y pares DME/VOR y DME/ILS.

Pares de impulso		Parámetros del DME			
		Interrogación		Respuestas	
Canal DME Núm.	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia MHz	DME µs	Frecuencia MHz	Códigos de impulso µs
▼17 X	108,00	1 041	12	978	12
18X	108,10	1 042	12	979	12
19X	108,20	1 043	12	980	12
20X	108,30	1 044	12	981	12
21X	108,40	1 045	12	982	12
22X	108,50	1 046	12	983	12
23X	108,60	1 047	12	984	12
24X	108,70	1 048	12	985	12
25X	108,80	1 049	12	986	12
26X	108,90	1 050	12	987	12
27X	109,00	1 051	12	988	12
28X	109,10	1 052	12	989	12
29X	109,20	1 053	12	990	12
30X	109,30	1 054	12	991	12
31X	109,40	1 055	12	992	12
32X	109,50	1 056	12	993	12
33X	109,60	1 057	12	994	12
34X	109,70	1 058	12	995	12
35X	109,80	1 059	12	996	12
36X	109,90	1 060	12	997	12
37X	110,00	1 061	12	998	12
38X	110,10	1 062	12	999	12
39X	110,20	1 063	12	1 000	12
40X	110,30	1 064	12	1 001	12
41X	110,40	1 065	12	1 002	12
42X	110,50	1 066	12	1 003	12
43X	110,60	1 067	12	1 004	12
44X	110,70	1 068	12	1 005	12
45X	110,80	1 069	12	1 006	12
46X	110,90	1 070	12	1 007	12
47X	111,00	1 071	12	1 008	12
48X	111,10	1 072	12	1 009	12

Pares de impulso		Parámetros del DME			
		Interrogación		Respuestas	
Canal DME Núm.	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia MHz	DME µs	Frecuencia MHz	Códigos de impulso µs
49X	111,20	1 073	12	1 010	12
50X	111,30	1 074	12	1 011	12
51X	111,40	1 075	12	1 012	12
52X	111,50	1 076	12	1 013	12
53X	111,60	1 077	12	1 014	12
54X	111,70	1 078	12	1 015	12
55X	111,80	1 079	12	1 016	12
56X	111,90	1 080	12	1 017	12
57X	112,00	1 081	12	1 018	12
58X	112,10	1 082	12	1 019	12
59X	112,20	1 083	12	1 020	12
70X	112,30	1 094	12	1 157	12
71X	112,40	1 095	12	1 158	12
72X	112,50	1 096	12	1 159	12
73X	112,60	1 097	12	1 160	12
74X	112,70	1 098	12	1 161	12
75X	112,80	1 099	12	1 162	12
76X	112,90	1 100	12	1 163	12
77X	113,00	1 101	12	1 164	12
78X	113,10	1 102	12	1 165	12
79X	113,20	1 103	12	1 166	12
80X	113,30	1 104	12	1 167	12
81X	113,40	1 105	12	1 168	12
82X	113,50	1 106	12	1 169	12
83X	113,60	1 107	12	1 170	12
84X	113,70	1 108	12	1 171	12
85X	113,80	1 109	12	1 172	12
86X	113,90	1 110	12	1 173	12
87X	114,00	1 111	12	1 174	12
88X	114,10	1 112	12	1 175	12
89X	114,20	1 113	12	1 176	12
90X	114,30	1 114	12	1 177	12

Pares de impulso		Parámetros del DME			
		Interrogación		Respuestas	
Canal DME Núm.	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia MHz	DME µs	Frecuencia MHz	Códigos de impulso µs
91X	114,40	1 115	12	1 178	12
92X	114,50	1 116	12	1 179	12
93X	114,60	1 117	12	1 180	12
94X	114,70	1 118	12	1 181	12
95X	114,80	1 119	12	1 182	12
96X	114,90	1 120	12	1 183	12
97X	115,00	1 121	12	1 184	12
98X	115,10	1 122	12	1 185	12
99X	115,20	1 123	12	1 186	12
100X	115,30	1 124	12	1 187	12
101X	115,40	1 125	12	1 188	12
102X	115,50	1 126	12	1 189	12
103X	115,60	1 127	12	1 190	12
104X	115,70	1 128	12	1 191	12
105X	115,80	1 129	12	1 192	12
106X	115,90	1 130	12	1 193	12
107X	116,00	1 131	12	1 194	12
108X	116,10	1 132	12	1 195	12
109X	116,20	1 133	12	1 196	12
110X	116,30	1 134	12	1 197	12
111X	116,40	1 135	12	1 198	12
112X	116,50	1 136	12	1 199	12
113X	116,60	1 137	12	1 200	12
114X	116,70	1 138	12	1 201	12
115X	116,80	1 139	12	1 202	12
116X	116,90	1 140	12	1 203	12
117X	117,00	1 141	12	1 204	12
118X	117,10	1 142	12	1 205	12
119X	117,20	1 143	12	1 206	12
120X	117,30	1 144	12	1 207	12
121X	117,40	1 145	12	1 208	12
122X	117,50	1 146	12	1 209	12

Pares de impulso		Parámetros del DME			
		Interrogación		Respuestas	
Canal DME Núm.	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia MHz	DME µs	Frecuencia MHz	Códigos de impulso µs
123X	117,60	1 147	12	1 210	12
124X	117,70	1 148	12	1 211	12
125X	117,80	1 149	12	1 212	12
126X	117,90	1 150	12	1 213	12

▼No se ha programado la asignación de 108,0 MHz al servicio ILS. El canal DME en operación asociado, núm. 17X, puede asignarse para casos de emergencia.

10.99 Reservado.

10.101 Reservado.

10.103 Reservado.

10.105 Reservado.

10.107 Reservado.

10.109 Reservado.

10.111 Reservado.

10.113 Reservado.

10.115 Reservado.

10.117 Reservado.

10.119 Reservado.

10.121 Reservado.

10.123 Reservado.

10.125 Reservado.

10.127 Reservado.

10.129 Reservado.

10.131Reservado.

10.133 Reservado.

10.135 Reservado.

10.137 Reservado.

10.139 Reservado.

10.141 Reservado.

10.143 Reservado.

10.145 Reservado.

10.147 Reservado.

10.149 Reservado.

10.151 Reservado.

10.153 Reservado.

10.155 Reservado.

10.157 Reservado.

10.159 Reservado.

10.161 Reservado.

10.163 Reservado.

10.165 Reservado.

10.167 Reservado.

10.169 Requisitos para el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS)

a) Generalidades

1) Funciones

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

2) Elementos del GNSS

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

A) El sistema mundial de determinación de la posición (GPS) que proporciona el servicio de determinación de la posición normalizado (SPS) definido en la sub-sección 10.169, b) .

B) El sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) que proporciona la señal de navegación de canal de exactitud normal (CSA) definido en la sub-sección 10.169, b), F5).

C) Galileo que proporciona el servicio abierto (OS) de frecuencia única y frecuencia doble definido en 10.169, b), F5);

D) Sistema de navegación por satélite BeiDou (BDS) que proporciona el servicio abierto (OS de BDS) definido en 10.169, b), G6);

E) El sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS), definido en la sub-sección 10.169, b), 3).

F) El sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), definido en la sub-sección 10.169, b), 4).

G) El sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), definido en la sub-sección 10.201.

H) El sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS), definido en la sub-sección 10.201.

I) El receptor GNSS de aeronave definido en la sub-sección 10.209.

3) Referencia de espacio y horario.

i) 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).

ii) 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).

4) Actuación de la señal en el espacio. 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 I, al final de la sección.

b) Especificaciones de los elementos del GNSS.

1) Constelaciones principales

i) Servicio de determinación de la posición normalizado GPS (SPS) (Ll, L5).

A) Exactitud de los segmentos espacial y de control.

A1) Exactitud de la posición. Los errores de posición 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

B2) 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.

C3) 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:

AA) Error de distancia de cualquier satélite -- 30 m con la fiabilidad especificada en el literal g) de la presente subsección;

BB) Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,006 m por segundo (promedio mundial);

CC) Error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,002 m s^2; (promedio mundial);

DD) Error telemétrico de percentil 95 de cualquier satélite — 7,0 m (promedio mundial);y

EE) Error telemétrico de percentil 95 de todos los satélites que ocupan posiciones orbitales definidas en la constelación — 2,0 m (promedio mundial).

D4) Disponibilidad. La disponibilidad para los usuarios de la señal L1 de código C/A de frecuencia única será la siguiente:

AA) ≥ 99% de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (15 m, umbral del 95%)

BB) ≥ 99% de la disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (33 m, umbral del 95%)

CC) ≥ 90% de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (15 m, umbral del 95%)

DD) ≥ 90% de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (33 m, umbral del 95%)

F5) Fiabilidad. La fiabilidad del SPS del GPS relativa a la estadística de error telemétrico del usuario (URE) de 30 m indicada en 3.7.3.1.1.1.3 a) estará dentro de los límites siguientes:

AA) Fiabilidad - por lo menos del 99,94% (promedio mundial); y

BB) Fiabilidad - por lo menos del 99,79% (peor promedio en un punto).

G6) Probabilidad de falla importante del servicio.

AA) 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 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.

BB) 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} .

CC) 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}.

H7) Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la L1 C/A de un intervalo de la constelación de 24 intervalos nominales debido a una interrupción no programada no será superior a 2×10^{-4} por hora.

I8) Cobertura. El SPS del GPS abarcará la superficie de la tierra hasta una altitud de 3 000 km.}

J9) 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 rastreable y funcional en la configuración básica de posiciones orbitales, o por un par de satélites, cada uno radiodifundiendo una señal L1 C/A rastreable 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 rastreable y funcional en la configuración básica de posiciones orbitales o por un par de satélites, cada uno radiodifundiendo una señal L1 C/A rastreable y funcional en las configuraciones de posiciones orbitales ampliadas, será como mínimo de 0,99999.

Nota.— 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.

K10) Características de las radio frecuencias (RF).

AA)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).

BB) 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.

CC)Espectro de señal. La potencia de señal L1 y L5 estará dentro de una de las bandas de ±12 MHz con centro en las frecuencias portadoras respectivas: (1563,42-1587,42 MHz) para L1 y 1 164,45 – 1 188,45 para la señal L5.

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

EE) 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 90º con respecto al componente en fase.

FF)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 5^0 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 .

GG)Modulación. Cada señal L1 y L5 SPS será modulada por desplazamiento de fase bipolar (BPSK) con un ruido seudo aleatorio (PRN). El código de la señal L1 tendrá una tasa de 1 023 megachips por segundo. Los códigos I5 y Q5 tendrán una tasa de10,23 megachips por segundo.

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

BBB)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.

CCC) 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 ½ 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.

Nota.— La señal Q5 no está modulada con datos de navegación.

DDD) 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.

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

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

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

AAA) Hora de transmisión del satélite.

BBB) Posición del satélite.

CCC) Funcionalidad del satélite.

DDD) Corrección del reloj de satélite.

EEE) Efectos de retardo de propagación.

FFF) Transferencia de tiempo a UTC.

GGG) Estado de la constelación.

ii) Canal de exactitud normal (CSA) (L l) del GLONASS.

A) Exactitud de los segmentos espacial y de control.

A1) Exactitud de la posición. Los errores de posición del canal CSA del GLONASS no excederán de los límites siguientes:

Señales	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF-L3OC	L1OC-L3OC
Promedio Mundial					
95% del tiempo:					
Error de posición horizontal	5m	5m	5m	5m	5m
Error de posición vertical	9m	9m	9m	9m	9m
Peor emplazmiento					
95% del tiempo:					
Error de posición horizontal	12m	12m	12m	12m	12m
Error de posición vertical	25m	25m	25m	25m	25m

B2) Exactitud de transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo del CSA del GLONASS no excederán los siguientes límites el 95% del tiempo:

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

C3) 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 10.169, b), 1), ii), C)	18m	18m	18m	18m	18m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite	11,7m	11,7m	11,7m	11,7m	11,7m
Error de cambio de distancia de percentil de todos los satélites	7,8m	7,8m	7,8m	7,8m	7,8m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite	0,014m/s	0,014m/s	0,014m/s	0,014m/s	0,014m/s
Error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite	0,005m/s^2	0,005m/s^2	0,005m/s^2	0,005m/s^2	0,005m/s^2

B) 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%, (12m, umbral del 95%)	99%, (12m, umbral del 95%)	99%, (12m, umbral del 95%)	99%, (12m, umbral del 95%)	99%, (12m, umbral del 95%)
Disponibilidad del servicio vertical	99%, (25m, umbral del 95%)	99%, (25m, umbral del 95%)	99%, (25m, umbral del 95%)	99%, (25m, umbral del 95%)	99%, (25m, umbral del 95%)
Peor emplazamiento					
Disponibilidad del servicio horizontal	90%, (12m, umbral del 95%)	90%, (12m, umbral del 95%)	90%, (12m, umbral del 95%)	90%, (12m, umbral del 95%)	90%, (12m, umbral del 95%)
Disponibilidad del servicio vertical	90%, (25m, umbral del 95%)	90%, (25m, umbral del 95%)	90%, (25m, umbral del 95%)	90%, (25m, umbral del 95%)	90%, (25m, umbral del 95%)

C) Fiabilidad. La fiabilidad del CSA del GLONASS estará dentro de los limites 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%

D) 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})	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)

E) Probabilidad de falla de la constelación. La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE) de más 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 la constelación (P_{const})	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)	$1x10^{-4}$, (umbral de 70 m)

F) 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	$2x10^{-3}$	$2x10^{-3}$	$2x10^{-3}$	$2x10^{-3}$	$2x10^{-3}$

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

H) Características RF de L1OF.

A1) 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).

B2) 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.

C3) Polarización. La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.

D4) 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 5^0 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.

I) Características RF de L3OC

A1) 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).

B2)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.

C3) Polarización. La señal L3OC transmitida será de polarización circular dextrógira.

D4) 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 5º 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.

Nota.— 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 1º (en la dirección que lleva a un aumento del nivel de la señal)

E5) Modulación

Nota.— En el documento GLONASS CDMA ICD Open Service Navigation Signal in L3 frequency band (GLONASS CDMA ICD Señal de navegación del servicio abierto en la banda de frecuencia L3), (Edición 1.0), 2016 (en adelante denominado GLONASS CDMA ICD banda L3), se proporciona información adicional relativa a la modulación).

AA) 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.

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

AAA) código telemétrico de una longitud N = 10230, período T = 1 ms, velocidad de transmisión de 10,23 MHz;

BBB) 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

CCC) código de superposición “00010” con un período de T = 5 ms.

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

AAA) código telemétrico de una longitud N = 10230, período T = 1 ms, velocidad de transmisión de 10,23 MHz; y

BBB)código de superposición ”0000110101” con un período de T = 10 ms.

J) Características RF de L1OC

A1) 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).

B2) Espectro de señal. La potencia de señal L1OC del CSA del GLONASS estará dentro de una banda de 1 592,9 – 1 610 MHz.

C3) Polarización. La señal L1OC transmitida será de polarización circular dextrógira.

D4) 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 5º 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.

Nota.— 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 1º (en la dirección que lleva a un aumento del nivel de la señal).

E5) Modulación

AA) 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).

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

AAA) código telemétrico de una longitud N = 1023, período T = 2 ms, velocidad de transmisión de 0,5115 MHz;

BBB) 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.

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

AAA) código telemétrico de una longitud N = 4092, período T = 8 ms, velocidad de transmisión de 0,5115 MHz; y

BBB) secuencia de serpenteo “0101” con una velocidad de transmisión de 2 046 MHz.

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

L) Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas del GLONASS será el PZ 90.

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

A1) Hora de transmisión del satélite.

B2) Posición del satélite.

C3) Funcionalidad del satélite.

D4) Corrección del reloj de satélite.

E5) Transferencia de tiempo a UTC.

F6) Estado de la constelación.

G7) efectos del retardo ionosférico (L1OC, L3OC solamente); y

H8) orientación del satélite en umbra (L1OC, L3OC solamente).

iii) Servicio abierto de Galileo (OS de Galileo) (E1, E5)

Nota 1.— Las señales de Galileo para el servicio abierto de Galileo se radiodifunden en dos bandas de frecuencia identificadas como E1 y E5. En la banda E5, se radiodifunden dos tipos de señales con acceso múltiple por división de código (CDMA): E5a y E5b. A los fines de la aviación, el servicio abierto de Galileo de frecuencia única se basa en las señales E1 o E5a y el sistema abierto de Galileo de doble frecuencia se basa en una combinación de las señales E1 y E5a.

Nota 2.— El componente de señal E5b se describe en este Anexo, ya que se trata de un subconjunto de la señal general de Galileo modulado en la portadora de la frecuencia E5. Sin embargo, actualmente no hay intención de que la señal E5b sea utilizada por receptores de la aviación.

Nota 3.— Las normas de rendimiento siguientes no se aplican si se utilizan señales en el espacio funcionales (véase el Apéndice B, 3.1.3.1.3.4).

Nota 4.— En las normas de rendimiento que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor como ionosfera, troposfera, interferencia, ruido del receptor o multitrayecto.

A) Exactitud de la posición. Los errores de posición de Galileo no excederán de los límites siguientes:

Señales	E1	E5a	E1-E5a
Promedio mundial 95 % del tiempo:			
Error de posición horizontal durante un período de mediciones de 30 días	5 m	5 m	5 m
Error de posición vertical durante un período de mediciones de 30 días	8 m	8 m	8 m
Peor emplazamiento 95 % del tiempo:			
Error de posición horizontal durante un período de mediciones de 30 días	10 m	10 m	10 m
Error de posición vertical durante un período de mediciones de 30 días	16 m	16 m	16 m

B) Exactitud de determinación de la hora. Los errores de determinación de la hora UTC de Galileo no excederán de 30 nanosegundos el 95 % del tiempo.

C) Exactitud de dominio de distancia. El error de dominio de distancia de Galileo no excederá de los límites siguientes:

Señales	E1	E5a	E1-E5a
error telemétrico de percentil 99,9 de cualquier satélite (peor emplazamiento)	20 m	20 m	20 m
error telemétrico de percentil 99,9 de cualquier satélite (promedio mundial)	10 m	10 m	10 m
error telemétrico de percentil 95 de cualquier satélite (promedio mundial)	7 m	7 m	7 m
error telemétrico de percentil 95 de todos los satélites (promedio mundial)	2 m	2 m	2 m
error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite (promedio mundial)	5 mm/s	5 mm/s	5 mm/s

Nota 1.— La exactitud telemétrica considera solo las SIS funcionales del servicio abierto de Galileo por encima de un ángulo mínimo de elevación de 5 grados.

D) Disponibilidad. La disponibilidad del servicio abierto de Galileo será la siguiente:

Señales	E1	E5a	E1-E5a
Emplazamiento promedio:			
Disponibilidad del servicio horizontal durante un período de mediciones de 30 días	99 % (umbral de 10 m, 95 %)	99 % (umbral de 10 m, 95 %)	99 % (umbral de 10 m, 95 %)
Disponibilidad del servicio vertical durante un período de mediciones de 30 días	99 % (umbral de 16 m, 95 %)	99 % (umbral de 16 m, 95 %)	99 % (umbral de 16 m, 95 %)
Peor emplazamiento:			
Disponibilidad del servicio horizontal durante un período de mediciones de 30 días	90 % (umbral de 10 m, 95 %)	90 % (umbral de 10 m, 95 %)	90 % (umbral de 10 m, 95 %)
Disponibilidad del servicio vertical durante un período de mediciones de 30 días	99 % (umbral de 16 m, 95 %)	99 % (umbral de 16 m, 95 %)	99 % (umbral de 16 m, 95 %)

E) Datos de apoyo a la integridad de Galileo

A1) Probabilidad de falla de satélite (P_{sat}). La probabilidad de que un satélite de la constelación principal operacional de Galileo genere un error instantáneo de la SIS telemétrica superior a k veces la exactitud telemétrica del usuario de Galileo (URA de Galileo) y no se transmita ninguna notificación al usuario no será superior a 3×10^{-5} .

B2) Probabilidad de falla de constelación (P_{const}). La probabilidad de que, debido a una causa común, un subconjunto de dos o más satélites de la constelación operacional de Galileo genere un error instantáneo de la SIS telemétrica superior a k veces la URA de Galileo y no se transmita ninguna notificación al usuario no será superior a 2×10^{-4} .

C3) La URA de Galileo para doble frecuencia ($\sigma_{URA,DF}$) no excederá de 6 m.

D4) URA de Galileo para frecuencia única ($\sigma_{URA,SF}$), La URA σURA,SF de Galileo no excederá de 7,5 m.

E5) Galileo σ_{BGD}. Galileo σ_{BGD} no excederá de 2,5 m tanto para E1 como para E5a.

F6) *Tasas de fallas R_{sat} y R_{const}* de *Galileo.* R_{sat} de Galileo no será superior a 2×10^{-5}/h y R_{const} de Galileo no será superior a 1×10^{-4}/h.

F) Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la SIS del servicio abierto de Galileo de una posición orbital de la constelación de 24 posiciones orbitales nominales debido a una interrupción no programada no será superior al límite siguiente:

Señales	E1	E5a	E1-E5a
Continuidad	4×10^{-4} por hora	4×10^{-4} por hora	4×10^{-4} por hora

G) Cobertura. El servicio abierto de Galileo abarcará la superficie de la Tierra hasta una altitud de 30,48 km.

H) Características de radiofrecuencia (RF). Todos los satélites de Galileo radiodifundirán las señales del servicio abierto de Galileo E1, E5a y E5b.

A1) Características de radiofrecuencia (RF)

AA) Frecuencia portadora E1. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal E1 en una frecuencia portadora de 1575,420 MHz utilizándose el CDMA.

BB) Espectro de la señal E1. La potencia de señal de Galileo en E1 estará dentro de una banda de 24,552 MHz centrada en la frecuencia de E1.

CC) Polarización de la señal E1. La señal RF E1 transmitida será de polarización circular dextrógira.

DD) Nivel de potencia mínima de la señal E1. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E1 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 5º o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no sea inferior a –157,9 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

EE) Nivel de potencia máxima de la señal E1. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E1 de modo que el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dB i no exceda de –151,45 dBW.

FF) Modulación de la señal E1. La señal E1 será una portadora desplazada binaria compuesta (CBOC) generada mediante el multiplexaje de una portadora binaria desplazada (BOC) de banda ancha, BOC(6,1), y una señal de banda estrecha, BOC(1,1), de manera que 1/11 de la potencia se asigne, en promedio, al componente de frecuencia alta.

B2) Características de radiofrecuencia (RF) de E5a

Nota.— En el Documento de control de interfaz de la señal en el espacio del servicio abierto del GNSS europeo (Galileo) [en inglés, European GNSS (Galileo) Open Service Signal-In-Space Interface Control Document], versión 2.0 de enero de 2021 (en adelante, “Galileo OS SIS ICD”) se proporciona más información sobre la modulación general de la señal E5.

AA) Frecuencia portadora E5a. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal E5a en una frecuencia portadora de 1 176,45 MHz utilizándose el CDMA.

BB) Espectro de la señal E5a. La potencia de señal de Galileo en E5a estará dentro de una banda de 20,460 MHz centrada en la frecuencia de E5a.

CC) Polarización de la señal E5a. La señal RF E5a transmitida será de polarización circular dextrógira.

DD) Nivel de potencia mínima de la señal E5a. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E5a 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 5º o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no sea inferior a -155,90 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

EE) Nivel de potencia máxima de la señal E5a. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E5a de modo que el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no exceda de -149,45 dBW.

FF) Modulación de la señal E5a. La señal E5a se generará a partir de la adición Módulo 2 del tren de datos de navegación de E5a con el código telemétrico del canal de datos de E5a de 10,23 megachips por segundo (E5a-I) y el código telemétrico del canal piloto de E5a de 10,23 megachips por segundo (E5a-Q).

C3) Características de radiofrecuencia (RF) de E5b

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD se proporciona más información sobre la modulación general de la señal E5.

AA) Frecuencia portadora E5b. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal E5b en una frecuencia portadora de 1207,14 MHz utilizándose el CDMA.

BB) Espectro de la señal E5b. La potencia de señal de Galileo en E5b estará dentro de una banda de 20,460 MHz centrada en la frecuencia de E5b.

CC) Polarización de la señal E5b. La señal RF E5b transmitida será de polarización circular dextrógira.

DD) Nivel de potencia mínima de la señal E5b. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E5b 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 5º o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no sea inferior a -155,90 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

EE) Nivel de potencia máxima de la señal E5b. Cada satélite de Galileo radiodifundirá una señal de navegación E5b de modo que el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no exceda de -149,45 dBW.

FF) Modulación de la señal E5b. La señal E5b se generará a partir de la adición Módulo 2 del tren de datos de navegación de E5b con el código telemétrico del canal de datos de E5b de 10,23 megachips por segundo (E5b-I) y el código telemétrico del canal piloto de E5b de 10,23 megachips por segundo (E5b-Q).

I) Tiempo del sistema Galileo. El tiempo del sistema Galileo (GST) se dará por referencia a UTC BIPM (UTC coordinado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas).

J) Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas de Galileo será el marco de referencia terrestre de Galileo (GTRF).

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

A1) hora de transmisión del satélite;
B2) posición del satélite;
C3) funcionalidad del satélite;
D4) corrección del reloj de satélite;
E5) efectos de retardo de propagación;
F6) transferencia de hora a UTC; y
G7) estado de la constelación

iv) Servicio abierto del BDS (OS del BDS) (B1I, B1C, B2a)

A) Exactitud del segmento espacial y del segmento de control
A1) Exactitud de la determinación de la posición. Los errores de determinación de la posición del BDS no excederán de los límites siguientes:

Señales	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Umbral promedio mundial 95%				
Posición horizontal durante un período de medición de 7 días	9 m	9 m	9 m	9 m
Posición horizontal durante un período de medición de 7 días	15 m	15 m	15 m	15 m
Umbral de 95% del peor emplazamiento				
Error de posición horizontal durante un período de medición de 7 días	15 m	15 m	15 m	15 m
Error de posición vertical durante un período de medición de 7 días	22 m	22 m	22 m	22 m

B2) Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo del BDS no excederán de 50 nanosegundos el 95% del tiempo.

C3) Exactitud en cuanto a dominio de distancia. El error de dominio de distancia del BDS no excederá de los límites siguientes:

Señales	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Error telemétrico de cualquier satélite con la fiabilidad especificada en 3.7.3.1.4.3	15 m	15 m	15 m	15 m
Error de percentil 95 de cualquier satélite durante un período de medición de 7 días (promedio mundial)	4,6 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m
Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite (promedio mundial)	0,02 m por segundo	0,02 m por segundo	0,02 m por segundo	0,02 m por segundo
Error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite (promedio mundial)	0,008 m por segundo al cuadrado	0,008 m por segundo al cuadrado	0,008 m por segundo al cuadrado	0,008 m por segundo al cuadrado

B) Disponibilidad. La disponibilidad del OS del BDS será la siguiente:

Señales	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Emplazamiento promedio:				
Disponibilidad del servicio horizontal durante un período de medición de 7 días	≥ 99% (15 m, umbral del 95%)	≥ 99% (15 m, umbral del 95%)	≥ 99% (15 m, umbral del 95%)	≥ 99% (15 m, umbral del 95%)
Disponibilidad del servicio vertical durante un período de medición de 7 días	≥ 99% (22, umbral del 95%)	≥ 99% (22, umbral del 95%)	≥ 99% (22, umbral del 95%)	≥ 99% (22, umbral del 95%)
Peor emplazamiento:				
Disponibilidad del servicio horizontal durante un período de medición de 7 días	≥ 90% (15 m , umbral del 95%)	≥ 90% (15 m , umbral del 95%)	≥ 90% (15 m , umbral del 95%)	≥ 90% (15 m , umbral del 95%)
Disponibilidad del servicio vertical durante un período de medición de 7 días	≥ 90% (22 m , umbral del 95%)	≥ 90% (22 m , umbral del 95%)	≥ 90% (22 m , umbral del 95%)	≥ 90% (22 m , umbral del 95%)

C) Fiabilidad. La fiabilidad del OS del BDS relativa al requisito de error telemétrico de 15 m establecido en 3.7.3.1.4.2 se estará dentro de los límites siguientes:

A1) fiabilidad — por lo menos del 99,94% (promedio mundial); y

B2) fiabilidad — por lo menos del 99,79% (peor promedio en un punto).

Nota. — La fiabilidad se aplica con la condición de que el satélite transmita una señal funcional.

D) Probabilidad de falla importante del servicio.

Nota. — Las normas se aplican con la condición de que el satélite esté transmitiendo una señal funcional.

A1) Condición relativa a la probabilidad de falla importante del servicio (P_{sat}). La probabilidad de que el error telemétrico del usuario de la SIS del OS del BDS de cualquier satélite exceda de la tolerancia máxima (NTE) sin que se reciba una alerta en la antena de recepción del usuario dentro de un plazo de 300 segundos no será superior a 1×10^{-5} .

B2) Condición relativa a la probabilidad de que se produzca una falla importante del servicio debido a una causa común (Pconst). La probabilidad de que un error telemétrico del usuario de la SIS del OS del BDS de dos o más satélites exceda de la tolerancia NTE debido a una falla común sin que se reciba una alerta en la antena de recepción del usuario dentro de un plazo de 300 segundos no será superior a 6×10^{-5} .

E) Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la SIS del OS del BDS en un intervalo de la constelación de 27 intervalos nominales debido a una interrupción no programada no excederá de los siguientes límites:

Señales	B1I	B1C	B2a
MEO	2×10^{-3} por hora	2×10^{-3} por hora	2×10^{-3} por hora
IGSO	5×10^{-3} por hora	2×10^{-3} por hora	2×10^{-3} por hora

F) Cobertura. El OS del BDS ofrecerá una cobertura en toda la superficie terrestre hasta una altura de 1 000 km.

G) Características de la radiofrecuencia (RF)

H) Características de radiofrecuencia (RF) de la señal B1I

A1) Frecuencia portadora de la señal B1I. Cada satélite MEO o IGSO del BDS-3 radiodifundirá una señal B1I del OS del BDS a una frecuencia portadora de 1 561.098 MHz utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

B2) Espectro de la señal B1I. La potencia de señal B1I del OS del BDS estará dentro de una banda de ±2.046 MHz (1 559.052 – 1 563.144 MHz) centrada en la frecuencia de 1 561.098 MHz.

C3) Polarización de la señal B1I. La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.
D4) Niveles de potencia de la señal B1I.
AA)Cada satélite MEO del BDS radiodifundirá una señal de navegación B1l con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 –163 dBW a 154.8 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
BB) Cada satélite IGSO del BDS radiodifundirá una señal de navegación B1l con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 –163 dBW a 154.8 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
E5) Modulación de la señal B1I. La señal B1I del OS del BDS se modulará por desplazamiento de fase binaria (BPSK).
I) Características de radiofrecuencia (RF) de la señal B1C
A1) Frecuencia portadora de la señal B1C. Cada satélite MEO o IGSO del BDS-3 radiodifundirá una señal B1C del OS del BDS a una frecuencia portadora de 1 575,42 MHz utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).
B2) Espectro de la señal B1C. La potencia de señal B1C del OS del BDS estará dentro de una banda de 32.736 MHz centrada en la frecuencia de la B1C.
C3) Polarización de la señal B1C. La RF de la señal B1C transmitida será de polarización circular dextrógira.

D4) Niveles de potencia de la señal B1C
AA)Cada satélite MEO del BDS-3 radiodifundirá una señal de navegación B1C con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 –159 dBW a –152.5 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
BB)Cada satélite IGSO del BDS-3 radiodifundirá una señal de navegación B1C con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 –153.5 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
B2) Modulación de la señal B1C. La señal B1C incluirá dos componentes: el componente de datos B1C y el componente piloto B1C. El componente de datos de la señal B1C se modulará por desplazamiento binario (BOC) con fase de tipo sinusoidal con la adición en Módulo 2 de un código telemétrico y de los datos de navegación. El componente piloto de B1C se modulará por BOC multiplexado en cuadratura (QMBOC) con el código telemétrico. Los códigos telemétricos del componente de datos y del componente piloto de la B1C tendrán la misma tasa de chips, de 1,023 megachips por segundo.
J) Características de radiofrecuencia (RF) de la señal B2a
A1)Frecuencia portadora de la señal B2a. Cada satélite MEO o IGSO del BDS-3 radiodifundirá una señal B2a del OS del BDS a una frecuencia portadora de 1 176,45 MHz utilizándose el CDMA.
B2)Espectro de la señal B2a. La potencia de señal B2a del OS del BDS estará dentro de una banda de 20.46 MHz con centro en la frecuencia de la B2A.
C3)Polarización de la señal B2a. La señal B2a RF transmitida será de polarización circular dextrógira.
D4)Niveles de potencia de la señal B2a
AA) Cada satélite MEO del BDS-3 radiodifundirá una señal de navegación B2a con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 –156 dBW to –148,5 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
BB) Cada satélite IGSO del BDS-3 radiodifundirá una señal de navegación B2a con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de la superficie terrestre desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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 dBW to –150,5 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.
E5) Modulación de la señal B2a. La señal B2a incluirá dos componentes: el componente de datos B2a y el componente piloto B2a. El componente de datos de la señal B2a se modulará por BPSK con la adición en Módulo 2 de un código telemétrico y de los datos de navegación. El componente piloto de B2a se modulará por BPSK con el código telemétrico. Los códigos telemétricos del componente de datos y del componente piloto de la B2a tendrán la misma tasa de chips, de 10,23 megachips por segundo.
K) Tiempo del BDS. El tiempo del BDS (BDT) se dará por referencia al UTC, según indique el National Time Service Center (Centro Nacional de Servicio Horario- NTSC) de la Academia China de Ciencias.

L) Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas del BDS será el Sistema de Coordenadas BeiDou (BDCS).
M) Información para la navegación. Los datos de navegación transmitidos por los satélites comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:
A1) hora de transmisión del satélite;
B2) posición del satélite;
C3) funcionalidad del satélite;
D4) corrección del reloj del satélite;
E5) los efectos de retardo ionosférico;
F6) transferencia de tiempo a UTC; y
G7) estado de la constelación.

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

i) Actuación. La función ABAS en combinación con una o más de las constelaciones principales de satélites 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 la sub-sección 10.171 c) para la operación prevista .

ii) Vigilancia autónoma avanzada de la integridad en el receptor (ARAIM). Si la función ABAS implementa la ARAIM utilizando datos de apoyo a la integridad (ISD), deberá cumplir los requisitos establecidos en el párrafo 3.4.1 del apéndice B.

4) Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).

i) Actuación.

A) 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 la sub-sección 10.171 en toda el área de servicio correspondiente (véase 10.193 f).

B) 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 la sub-sección 10.171c) en toda el área de cobertura del SBAS.

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

A) Telemetría: proporcionar una señal adicional de telemetría por la señal L1 con un indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS indicado en la sub-sección 10.173 y en el Apéndice B del presente Reglamento;

B) Estado de los satélites GNSS mediante SBAS L1: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (Véase RAD 10, Vol. I, Apéndice B;

C) Corrección es diferencial es 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 seudo distancia de los satélites (Véase RAD 10, Vol. I, Apéndice B);

D) Correcciones diferenciales precisas mediante SBAS L1: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas de L1 y los datos de integridad correspondientes (Apéndice B).

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 B, 3.5.14.2); 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 seudodistancia libre de ionosfera desde los satélites (Apéndice B, 3.5.14.3) y los datos de integridad correspondientes.

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

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

B) La probabilidad de que el error de distancia exceda de 150 m en cualquier hora no excederá de 10-5.

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

D) El error de cambio de distancia no excederá de 2 metros por segundo

E) El error de aceleración en distancia no excederá de 0,019 m/s^2

iv) Área de servicio. Un área de servicio del SBAS para cualquier tipo aprobado de operación será un área declarada dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en la sub-sección 10.171c) que correspondan.

v) Características RF de la señal SBAS L1.

A) Frecuencia portadora de la señal L1 . La frecuencia portadora de la señal L1 será de 1,575,42 MHz.

B) 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 LI. La anchura de banda de la señal L1 transmitida por un satélite SBAS será por lo menos de 2,2 MHz.

C) Nivel de potencia de señal L1.

A1) Cada satélite puesto en órbita antes del 1 de enero de 2014 radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo de elevación de 5º 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.

B2) Cada satélite SBAS que radiodifunda una señal L1 puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013 cumplirá los requisitos siguientes:

AA) 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 el Apéndice B, Tabla B-88 A sea como mínimo de -164,0 dBW.

BB) El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura GEO no será inferior a 5º para los usuarios cerca del suelo.

CC) 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.

DD) La elipticidad de la señal de radiodifusión L1 no será peor que 2 dB para el intervalo angular de ±9.1° desde la línea de mira.

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

FF) Modulación. La secuencia transmitida será la adición Modulo 2 del mensaje de navegación a una velocidad de transmisión de 500 símbolos por segundo y el código de ruido seudo aleatorio de 1023 bits. Seguidamente se modulará en la BPSK a una velocidad de transmisión de 1023 mega elementos por segundo.

vi)Características de RF de la señal L5 de SBAS

A)Frecuencia portadora de la señal L5. La frecuencia portadora de la señal L5 será de 1 176,45 MHz.

B)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.

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

A1) 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.

B2) El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura del satélite SBAS no será inferior a 5º para los usuarios cerca del suelo.

C3) 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.

D4) La elipticidad de la señal de radiodifusión L5 no será peor que 2 dB para el intervalo angular de ±9,1° desde la línea de mira. Nota.— 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.

D), Polarización. La señal transmitida en L5 tendrá polarización circular dextrógira.

E), 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 seudoaleatorio 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.

vii)Temporización

A) 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.

B) 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 B, 3.5.11.4, transmitido por SBAS DFMC) no excederá 1 microsegundo.

viii) Información para la navegación.

Entre los datos de navegación de SBAS en L1 transmitidos por satélite 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 UTC.

H) La condición del nivel de servicio

ix) 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).

10.201 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS).

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 la sub-sección 10.171 c), dentro del volumen de servicio del servicio utilizado para la operación, según se define en la subsección 10.205.

10.203 El GBAS desempeñará las siguientes funciones.

a) Proporcionar correcciones localmente pertinentes de seudo distancia.

b) Proporcionar datos relativos al GBAS.

c) Proporcionar datos del tramo de aproximación final;

d) Proporcionar datos pronosticados de disponibilidad de fuente telemétrica.

e) Monitorizar la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

10.205 Volumen de servicio.

a) 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 no lo permitan los requisitos operacionales:

1) Lateralmente, empezando a 140 m (450 ft) a cada lado del punto del umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP) y a ±35º a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 28 km (15 NM) y ±l0º a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 37 km (20 NM).

2) Verticalmente, dentro de la región lateral, hasta el mayor de los siguientes valores 7º o 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.

b) Servicios de aproximación en apoyo de aterrizaje automático y despegue con guía.

El IDAC asegurara que 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:

1) 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 la sub sección 10.25, a).

2) 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 la subsección 10.205 a).

c) Servicio de determinación de la posición GBAS. El volumen de servicio de determinación de la posición GBAS será aquel en el que pueda recibirse la radiodifusión de datos y el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos de la sub-sección 10.151c y en el que se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

10.207 Características de la radiodifusión de datos.

a) 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 asignada será de 108,025 MHz y la frecuencia máxima asignada será de 117,950 MHz. La separación entre frecuencias asignables (Separación entre canales) será de 25 kHz.

b) 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.

c) 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.

d) Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos.

1) GBAS/H. se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

2) La potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 micro voltios por metro (-99 dBW/m^2) y máxima de 0,879 voltios por metro (-27 dBW/ m^2) dentro de todo el volumen de servicio GBAS, como se especifica en la subsección 10.205 a). 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 la subsección 10.205 b), la potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (–99 dBW/m^2) 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.

1) GBAS/E. Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos de la sub-sección 10.181 d), 3), y la potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) permitirá una señal polarizada verticalmente con una intensidad de campo mínima de 136 micro voltios por metro (-103dBW/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 periodo de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga.

e) 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 II (al final de este reglamento).

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

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

1) Correcciones de seudo distancia, hora de referencia y datos de integridad.
2) Datos de aeropuerto.
3) Datos sobre el tramo de aproximación final.
4) Datos sobre disponibilidad de fuente telemétrica.

10.209 Receptor GNSS de aeronave.

El receptor GNSS de aeronave procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar según (véase RAD 10, Vol. I, Apéndice B).

10.211 Resistencia a interferencias.

El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en la sub-sección 10.171, literal c), y (véase RAD 10, Vol. I, Apéndice B) en presencia del entorno de interferencias definido en (véase RAD 10, Vol. I, Apéndice B).

10.213 Base de datos.

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.

10.215 Reservado.

Sección "D " - Características de Sistema para los Sistemas Receptores de abordo ADF

10.217 Precisión de la indicación de marcación.

La marcación indicada por el sistema ADF no tendrá un error superior a ±5º con una señal de radio procedente de cualquier dirección que tenga una amplitud de campo de 70 μV/m o más, radiados desde un NDB LF/MP o un radiofaro de localización que funcione dentro de las tolerancias permitidas por este Reglamento y también en presencia de una señal no deseada desde una dirección situada a 90º de la señal deseada, y:

a) en la misma frecuencia y 15 dB más débil; o b.

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.

Tabla I. 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)	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 15s	0,99 a 0,99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-II)	16,0 m (52 ft)	8,0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ por aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0,99 a 0,99999
Aproximación de precisión de Categoría I (Nota 7)	16,0 m (52 ft)	6,0 m a 4,0 m (20 ft a 13 ft) (Nota 6)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ por aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0,99 a 0,99999

Notas.-

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 B y se proporcionan textos de orientación en el Adjunto D, 3.2.

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 vertical (VAL) mayor de 10 m, para un diseño de sistema específico, solo si se ha llevado a cabo un análisis de seguridad operacional especifico del sistema. En el adjunto D, 3.3.6 a 3.3.10, figura orientación sobre los límites de alerta. Estos límites de alerta son los siguientes:

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)	35.0m 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 relativas al requisito de continuidad para operaciones en ruta, de terminal, aproximación inicial, NPA y salida, puesto que este requisito depende de varios factores, incluidos, la operación prevista, la densidad de tránsito, la complejidad del espacio aéreo y la disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa. El valor más bajo indicado corresponde al requisito mínimo para áreas de poca densidad de tránsito y escasa complejidad del espacio aéreo. El valor máximo proporcionado corresponde a áreas de elevada densidad de tránsito y de gran complejidad del espacio aéreo(véase el Adjunto D, 3.4.2). Los requisitos de continuidad para el APV y las operaciones de Categoría I se aplican al riesgo promedio (respecto del tiempo) de pérdida de servicio, normalizado a 15 segundos de tiempo de exposición (véase el Adjunto D, 3.4.3)

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

tránsito y procedimientos operacionales de inversión. Los valores inferiores indicados corresponden a la disponibilidad mínima respecto a la cual se considera que un sistema es práctico pero inadecuado en sustitución de ayudas para la navegación ajenas al GNSS. Para la navegación en ruta, se proporcionan los valores superiores que bastan para que el GNSS sea la única ayuda de navegación proporcionada en un área. Para la aproximación y la salida, los valores superiores indicados se basan en los requisitos de disponibilidad en los aeropuertos con gran densidad de tránsito, suponiéndose que las operaciones hacia o desde pistas múltiples están afectadas, pero los procedimientos operacionales de inversión garantizan la seguridad de las operaciones (véase el Adjunto D, 3.5).

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

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

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

Tabla II. 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
64° adyacente	– 113 dBc	– 61 dBm
76° adyacente y más allá	– 115 dBc	– 63 dBm

Notas.-

1. 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 III. 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	-115 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	-115 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	-57 dBm/100 kHz

Notas.-

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

2. El nivel relativo de emisión no deseada ha de calcularse utilizando la misma anchura de banda para las señales deseadas y para las no deseadas. Esto puede exigir la conversión de la medición en el caso de señales no deseadas que utilicen la anchura de banda indicada en la columna de nivel máximo de emisión no deseada.

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.

RAD 10 - VOL I
RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION
“APÉNDICES”

“APÉNDICE A”
RESERVADO

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

1. DEFINICIONES

(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.

Nota.— Todos los bits libres se ponen a cero.

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.

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

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 la Sección C, subsección 207, literal d), 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 B, 3.6.8.2.2.6) y señales procedentes de fuentes fuera de la banda de 108,000 – 117,975 MHz (Apéndice B, 3.6.8.2.2.8).

2. GENERALIDADES

Nota.— Las siguientes especificaciones técnicas son complementarias de las disposiciones de la Sección C del presente Reglamento.

3. ELEMENTOS GNSS

3.1 Constelaciones principales

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

3.1.1.1 ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE.

3.1.1.1.1 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..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.

3.1.1.1.1.3 Pérdida de correlación. La perdida 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.

Nota.— 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 L1 y temporización. Se formara cada configuración de código C/A Gi(t) mediante la suma Modulo 2 de dos configuraciones lineales, G1 y G2i de 1 023 bits. Se formara la secuencia G2i mediante un retardo eficaz de la secuencia G2 por un numero entero de elementos. Las secuencias G1 y G2 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) G1: $X^{10} + X^3 + 1$; y

b) G2: $X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^3 + X^2 + 1$.

El vector de inicialización para las secuencias G1 y G2 será “1111111111”. La sincronización de los registros G1 y G2 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.
Nota. — El documento IS-GPS-200K contiene información adicional sobre las asignaciones de fase de código

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

Nota.— 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. En el documento IS -GPS-200K se puede consultar la información acerca de las asignaciones de bits de las subtramas 4 y 5 para los satélites que radiodifunden los códigos PRN 33 a 63.

3.1.1.1.2.1 Estructura de subtrama. Cada subtrama o pagina de una subtrama se iniciara 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 reiniciara con la subtrama 1, sea cual fuere la ultima subtrama transmitida antes del fin/principio de semana; y

b) El ciclo de 25 paginas de subtramas 4 y 5 se reiniciara con la pagina 1 de cada una de las subtramas, sea cual fuere la pagina transmitida antes del fin/principio de semana. Todos los cortes de carga y de pagina tendrán lugar en los limites de la trama (es decir, Modulo de 30 segundos relativo al fin/principio de semana).

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 proporcionaran dos bits sin información como bits 23 y 24 de las palabras 2 y 10 para fines de calculo 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 empezara 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/ pagina, 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 empezara en los 17 MSB de la cuenta TOW. La cuenta completa de tiempo de semana (TOW) constara de 19 LSB de la cuenta Z de 29 bits (véase 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"), indicara 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 suministraran 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 presentara por referencia a una cuenta Z. Se proporcionara la cuenta Z al usuario como numero 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 numero binario representado por los 19 LSB de la cuenta Z como cuenta TOW y se define como igual al numero 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 indicara en la Figura B-5.

Nota.— 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 numero secuencial asignado a la semana GPS actual (Modulo 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 numero de semana GPS 1023, se pone nuevamente a cero el numero de semana GPS. Se contaran por el usuario las 1 024 semanas anteriores en las conversiones desde la hora GPS hasta una fecha del ano 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-2. Los parámetros del conjunto de datos serán validos durante el intervalo de tiempo en el que se transmiten y seguirán siendo validos por un periodo 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 representaran el numero de la semana actual GPS al inicio del intervalo de transmisión del conjunto de datos con todos los ceros indicando la semana “cero”. Se aumentara el numero 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 proporcionaran un índice URA, que prescribe la URA del satélite según lo indicado en la Tabla B-3.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-3.

Tabla B-1 Parámetros de Subtrama 1

Parámetro	Numero 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
TGD	8*	2^{-31}		Segundos
IODC	10			
TOC	16	2^{4}	604 784	Segundos
af2	8*	2^{-55}		Segundos/segundos2
af1	16*	2^{-43}		Segundos/segundos
af0	22*	2^{-31}		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 < URA ≤ 2,40	2 m	2,40 m
1	2,40 < URA ≤ 3,40	2,8 m	3,40 m
2	3,40 < URA ≤ 4,85	4 m	4,85 m
3	4,85 < URA ≤ 6,85	5,7 m	6,85 m
4	6,85 < URA ≤ 9,65	8 m	9,65 m
5	9,65 < URA ≤ 13,65	11,3 m	13,65 m
6	13,65 < URA ≤ 24,00	16 m	24,00 m
7	24,00 < URA ≤ 48,00	32 m	48,00 m
8	24,00 < URA ≤ 48,00	64 m	96,00 m
9	96,00 < URA ≤ 192,00	128 m	192,00 m
10	192,00 < URA ≤ 384,00	256 m	384,00 m
11	384,00 < URA ≤ 768,00	512 m	768,00 m
12	768,00 < URA ≤ 1 536,00	1024 m	1536,00 m
13	1 536,00 < URA ≤ 3 072,00	2048 m	3072,00 m
14	3 072,00 < URA ≤ 6 144,00	4096 m	6144,00 m
15	6 144,00 < URA (o no se dispone de predicción de exactitud - se informa a los usuarios del SPS que utilicen el SV a su propio riesgo)	No utilizar No se dispone de predicción de exactitud - se informa a los usuarios del SPS que utilicen el SV a su propio riesgo	N/A

Nota 1.— En la URA no se incluye la estimación de errores debidos a imprecisiones del modelo de retardo ionosférico de una sola frecuencia.

Nota 2.— 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.

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

a) 0 = todos los datos de navegación son validos; y

b) 1 = algunos de los datos de navegación no son validos.

Los 5 LSB indicaran la funcionalidad de los componentes de señal de conformidad con la Tabla B-X. 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 indicara 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 presentaran en las subtramas 4 y 5 los datos adicionales de funcionalidad.

Nota.— 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-X. 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 combi-naciones					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.

*Deformadas significa que una o varias señales no cumplen con los requisitos del documento IS-GPS-200K, Sección 3.

3.1.1.1.3.1.4 Expedición de datos, reloj (IODC). Los bits 23 y 24 de la palabra 3 en la subtrama 1 serán los 2 MSB del termino 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 indicara el numero de expedición del conjunto de datos. La IODC transmitida será distinta de cualquier valor transmitido por el satélite durante las 6 horas.

Nota.— La relación entre la IODC y la expedición de datos, efemérides (IODE) se define en 3.1.1.1.3.2.2.

3.1.1.1.3.1.5 Diferencia de retardo de grupo estimada. Los bits 17 a 24 de la palabra 7 incluirán el termino de corrección TGD, para tener en cuenta el efecto de la diferencia de retardo de grupo del satélite.

Nota.— TGD no incluye ningún código C/A a P(Y) relativo a error de retardo de grupo.

3.1.1.1.3.1.6 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_{f2}, a_{f1} y a_{f0}).

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

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

3.1.1.11.3.2.1 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 numero de bits, el factor de escala del LSB, el alcance y las unidades serán las especificadas en la Tabla B-6.

3.1.1.1.3.2.2 Expedición de datos, efemérides (IODE). La IODE será un numero de 8 bits igual a los 8 LSB de la IODC de 10 bits del mismo conjunto de datos. Se proporcionara la IODE en ambas subtramas 2 y 3 para fines de comparación con los 8 LSB del termino IODC en la subtrama 1. Siempre que estos tres términos no coincidan, como resultado de un corte del conjunto de datos, se recopilaran nuevos datos. La IODE transmitida será distinta de cualquier valor transmitido por el satélite durante las seis horas precedentes (Nota 1). Cualquier cambio en los datos de las subtramas 2 y 3 se realizara en consonancia con un cambio en ambas palabras IODE. Ocurrirán cambios de los nuevos conjuntos de datos solamente en los limites 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, tendrá un pequeño desplazamiento negativo con respecto al emplazamiento nominal en un límite horario (punto medio del intervalo de ajuste de curva) (Nota 2).

Tabla B-3. 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-4. 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	Angulo d inclinación a la hora de referencia
ω	Argumento de perigeo
OMEGADOT	Velocidad de ascensión a la derecha
iDOT	Cambio de ángulo de inclinación
C_{uc}	Amplitud del termino de corrección armónica de coseno para el argumento de latitud
C_{us}	Amplitud del termino de corrección armónica de seno para el argumento de latitud
C_{rc}	Amplitud del termino de corrección armónica de coseno para el radio orbital
C_{rs}	Amplitud del termino de corrección armónica de seno para el radio orbital
C_{ic}	Amplitud del termino de corrección armónica de coseno para el ángulo de inclinación
C_{is}	Amplitud del termino de corrección armónica de seno para el ángulo de inclinación
t_{oe}	Hora de referencia efemérides
IODE	Expedición de datos, efemérides

Tabla B-5. Parámetros de efemérides

Parámetro	Numero de bits**	Factor de escala (LSB)	Alcance efi-caz***	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}	2530 a 8192	Metros 1/2
t_{oe}	16	2^{4}	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}	$-6{,}33 \times 10^{-7}$ 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.

Nota 1. — Los términos IODE/IODC proporcionan al receptor medios para detectar cualquier modificación en los parámetros de representación de efemérides/reloj.

Nota 2. — El primer conjunto de datos puede cambiar (3.1.1.1.2.2) en cualquier momento durante la hora y por consiguiente, puede ser transmitido por el satélite para menos de 1 hora.

3.1.1.1.3.2.3 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 subconmutaran ambas subtramas 4 y 5, 25 veces cada una. Con la posible excepción de las paginas “reservadas” y de repeticiones explicitas, en cada pagina se incluirán datos distintos en las palabras 3 a 10. b) Pagina 17: mensajes especiales;

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.

Nota.— 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-L5-1).

3.1.1.1.4.4.1 Las portadoras I5 y Q5 estarán en cuadratura en fase (dentro de ±100 milirradianes) y la portadora Q5 estará 90º atrás de la portadora I5.

Tabla B-L5-1. Fase de señal L5 compuesta transmitida**

Fase de señal nominal L5 compuesta*	Estado de código	
	I5	Q5
0°	0	0
-90°	1	0
+90°	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.

3.1.1.1.4.5 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 XBQi para el satélite i.

3.1.1.1.4.5.1 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.

3.1.1.1.4.5.2 Los códigos XBI_i y XBQ_i serán códigos de longitud 8 191 con las condiciones iniciales especificadas en IS-GPS-705F, Tablas 3-Ia y Ib. 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.

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

a) XA: X13 + X12 + X10 + X9 + 1; y

b) XBI_i and XBQ_i: X13 + X12 +X8 + X7 + X6 + X4 + X3 + X + 1.

Nota. — En las especificaciones de interfaz del GPS, IS-GPS-705F, se incluyen detalles adicionales sobre asignaciones de fases de códigos.

3.1.1.1.4.6 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.

3.1.1.1.4.7 Temporización de la señal. El código XA se sincronizará con el código C/A de la frecuencia L1. Los códigos XBIi y XBQi se sincronizarán con el código XA.

3.1.1.1.4.8 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 %).

Nota.— 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 ½ 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-L5-2.

Nota. — Para obtener más detalles sobre el contenido y la aplicación de los datos que contiene cada tipo de mensaje se puede consultar el documento IS-GPS-705F.

Tabla B-L5-2. 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.

Nota.— 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 URAED es cero (véase la Tabla B-L5-3).

3.1.1.1.6.3 Los tipos de mensaje de 30 a 37 contendrán los índices del componente URA no dependientes de la elevación URA (NED): índice URA_{NED0}, índice URA_{NED1} e índice URA_{NED2}, respectivamente, para el satélite transmisor.

El valor URA_{NED0} estará relacionado con el índice URA_{NED0} según la Tabla B-L5-4.

El valor URA_{NED1} estará relacionado con el índice URA_{NED1} como:

$$URA_{NED1} = \frac{1}{2^N}$$

Donde

N = 14 + índice URA_{NED1}

El valor URA_{NED2} estará relacionado con el índice URA_{NED2} como:

$$URA_{NED2} = \frac{1}{2^N}$$

Donde

N = 28 + índice URA_{NED2}

Nota. — URA_{ED}, URA_{NED0}, URA_{NED1} y URA_{NED2} se utilizan para calcular la URA de integridad asegurada (IAURA).

Tabla B-L5-3. Exactitud telemétrica del usuario dependiente de la elevación URA$_{ED}$

Índice URAED	URAED (m)
15	6 144,00 < URAED (sin predicción de exactitud)
14	3 072,00 < URAED ≤ 6 144,00
13	1 536,00 < URAED ≤ 3 072,00
12	768,00 < URAED ≤ 1 536,00
11	384,00 < URAED ≤ 768,00
10	192,00 < URAED ≤ 384,00
9	96,00 < URAED ≤ 192,00
8	48,00 < URAED ≤ 96,00
7	24,00 < URAED ≤ 48,00
6	13,65 < URAED ≤ 24,00
5	9,65 < URAED ≤ 13,65
4	6,85 < URAED ≤ 9,65
3	4,85 < URAED ≤ 6,85
2	3,40 < URAED ≤ 4,85
1	2,40 < URAED ≤ 3,40
0	1,70 < URAED ≤ 2,40
-1	1,20 < URAED ≤ 1,70
-2	0,85 < URAED ≤ 1,20
-3	0,60 < URAED ≤ 0,85
-4	0,43 < URAED ≤ 0,60
-5	0,30 < URAED ≤ 0,43
-6	0,21 < URAED ≤ 0,30
-7	0,15 < URAED ≤ 0,21
-8	0,11 <URAED ≤ 0,15
-9	0,08 < URAED ≤ 0,11
-10	0,06 < URAED ≤ 0,08
-11	0,04 < URAED ≤ 0,06
-12	0,03 < URAED ≤ 0,04
-13	0,02 < URAED ≤ 0,03
-14	0,01 < URAED ≤ 0,02
-15	URAED ≤ 0,01
-16	Sin predicción de exactitud

Tabla B-L5-4. Exactitud telemétrica del usuario no dependiente de la elevación URA_{NED0}

Índice URA_{NED0}	URA_{NED0} (m)
15	6 144,00 < URA_{NED0} (sin predicción de exactitud)
14	3 072,00 < URA_{NED0} ≤ 6 144,00
13	1 536,00 < URA_{NED0} ≤ 3 072,00
12	768,00 < URA_{NED0} ≤ 1 536,00
11	384,00 < URA_{NED0} ≤ 768,00
10	192,00 < URA_{NED0} ≤ 384,00
9	96,00 < URA_{NED0} ≤ 192,00
8	48,00 < URA_{NED0} ≤ 96,00
7	24,00 < URA_{NED0} ≤ 48,00
6	13,65 < URA_{NED0} ≤ 24,00
5	9,65 < URA_{NED0} ≤ 13,65
4	6,85 < URA_{NED0} ≤ 9,65
3	4,85 < URA_{NED0} ≤ 6,85
2	3,40 < URA_{NED0} ≤ 4,85
1	2,40 < URA_{NED0} ≤ 3,40
0	1,70 < URA_{NED0} ≤ 2,40
-1	1,20 < URA_{NED0} ≤ 1,70
-2	0,85 < URA_{NED0} ≤ 1,20
-3	0,60 < URA_{NED0} ≤ 0,85
-4	0,43 < URA_{NED0} ≤ 0,60
-5	0,30 < URA_{NED0} ≤ 0,43
-6	0,21 < URA_{NED0} ≤ 0,30
-7	0,15 < URA_{NED0} ≤ 0,21
-8	0,11 < URA_{NED0} ≤ 0,15
-9	0,08 < URA_{NED0} ≤ 0,11
-10	0,06 < URA_{NED0} ≤ 0,08
-11	0,04 < URA_{NED0} ≤ 0,06
-12	0,03 < URA_{NED0} ≤ 0,04
-13	0,02 < URA_{NED0} ≤ 0,03
-14	0,01 < URA_{NED0} ≤ 0,02
-15	URA_{NED0} ≤ 0,01
-16	Sin predicción de exactitud

3.1.1.2 DEFINICIONES DE PROTOCOLOS PARA APLICACIÓN DE DATOS

Nota.— 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.

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-14.

Tabla B-13. Bits reservados en las subtramas 4 y 5

Subtrama	Páginas	Palabras	Posición de bits reservados en la palabra
4	17	10	17 - 22
4	18	10	9 - 22
4	25	8	17 - 18
4	25	10	19 - 22
5	25	10	4 - 22

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

donde:

$D_1, D_2, D_3, \ldots D_{29}, D_{30}$ son los bits transmitidos por el satélite;
$D_{25}, \ldots D_{30}$ son los bits de paridad calculada;
$d_1, d_2, \ldots d_{24}$ 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.

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

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

siendo:

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

t_{sv} = hora efectiva de la fase de codigo PRN del satélite al transmitir el mensaje;

$(\Delta t_{sv})_{L1}$ = desplazamiento de fase del código PRN del satélite para la señal L1 C/A;

$(\Delta t_{sv})_{L1} = \Delta t_{SV} - T_{GD}$

siendo:

$\Delta t_{sv} = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})_2 + \Delta t_r$;

T_{GD} se incluye en la subtrama 1;

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)

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

siendo:

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

e y A se incluyen en las subtramas 2 y 3;

E_k definido en la Tabla B-15; y

siendo:

μ = WGS 84 es el parámetro universal de gravitación ($3{,}986005 \times 10^{14}\ m^3/s^2$)

c = es la velocidad de la luz en el vacío ($2{,}99792458 \times 10^8$ m/s)

Nota.— El valor de t tiene por objeto responder por los cruces al principio y al final de la semana. Es decir si la cantidad $t\text{-}t_{oc}$ es mayor que 302 400 s, hay que restar 604 800 s de t. Si la cantidad $t\text{-}t_{oc}$ 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 (Xk, Yk, Zk) según lo indicado en la Tabla B-15.

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

sien- do:

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

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

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

$F = 1{,}0 + 16{,}0[0{,}53 - E]^3$

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 $(\lambda_i - 1{,}617)$ (semicírculos)

$\lambda i = \lambda u + \frac{\psi \text{ sen } A}{\cos \phi_i}$ (semicírculos)

$\phi_i = \phi_u$ + ψ cos A (semicírculos)

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

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

$t = 4{,}32\ 10^4\ \lambda i$ + 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

αn = 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.

βn = 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 GPS 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 (p1, p2,..., p24) se generará a partir de la secuencia de bits de información (m1, m2,..., m276) 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.

Nota. — En el documento IS-GPS-705F se podrán consultar todos los detalles del algoritmo de paridad CNAV.

3.1.1.2.2.2 Corrección de reloj de satélite. La hora *t* del sistema GPSserá la siguiente:

Nota. — Se aplican términos adicionales a la corrección de reloj de satélite para los usuarios de L5 frecuencia única.

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-L5-5.

Nota.— Los parámetros de efemérides: t_{oe}, ΔA, $\dot{A}$, Δn_0, $\Delta \dot{n}_0$, $M_{0\text{-}n}$, e_n, ω_n, $\Omega_{0\text{-}n}$, $\Delta\dot{\Omega}$, $i_{0\text{-}n}$, $\dot{i}_{0\text{-}n}$, $C_{is\text{-}n}$, $C_{ic\text{-}n}$, $C_{rs\text{-}n}$, $C_{rc\text{-}n}$, $C_{us\text{-}n}$, and $C_{uc\text{-}n}$, 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-L5-3, y la siguiente ecuación:

$$LAURA_{ED}\ ajustada = URA_{ED}\ (\sin(E+90))$$

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 URA_{NED0} mediante la siguiente ecuación:

$$IAURA_{NED} = URA_{NED0} + URA_{NED1} \times (t - t_{op} + 604{,}800 \times (WN - WN_{op})$$

cuando $t - t_{op} + 604{,}800 \times (WN - WN_{op}) \leq 93{,}600$ segundos

y

$$IAURA_{NED} = URA_{NED0} + URA_{NED1} \times (t - t_{op} + 604{,}800 \times (WN - WN_{op}) + URA_{NED2} \times (t - t_{op} + 604{,}800 \bullet (WN - WN_{op}) - 93{,}600)^2$$

cuando $t - t_{op} + 604{,}800 \times (WN - WN_{op}) > 93{,}600$ segundos

donde

t = hora del sistema GPS

WN, WN_{op}, t_{op}, URA_{NED0}, URA_{NED1}, URA_{NED2} se obtienen de los mensajes de tipos 10, 30 a 37, y de la Tabla B-L5-4.

3.1.1.2.2.5 Diferencia estimada de retardo de grupo de L5 para usuarios de frecuencia única.

Nota.— Las diferencias sistemáticas entre señales para los usuarios de L1/L5 de doble frecuencia se corrigen mediante la seudodistancia libre de ionosfera como se describe en 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:

$$(\Delta t_{SV})_{L5Q5} = \Delta t_{SV} - T_{GD} + ISC_{L5Q5}$$

Nota.— 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 3.1.1.2.1.4 se multiplicará por γ_{15}, ($T_{iono,L5} = \gamma_{15} T_{iono,L1}$), donde $\gamma_{15} = (f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\,575.42/1\,176.45)^2 = (154/115)^2$.

3.1.1.2.2.6 Corrección ionosférica. Para L5, la corrección ionosférica de señal única definida en 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 seudodistancia libre de ionosfera para el usuario de doble frecuencia (L1 C/A y L5 I5) La seudodistancia libre de ionosfera para el usuario de doble frecuencia:

$$PR = \frac{(PR_{L5I5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5I5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

donde

PR = seudodistancia con corrección de efectos ionosféricos,

PRi = seudodistancia medida en el canal indicado por el subíndice,

ISCi = 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 seudodistancia 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, PRi, ISCi, TGD, c y γ_{15} como se definen arriba.

Tabla B-L5-5. 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
$\Delta n_A = \Delta n_0 + \frac{1}{2}\Delta\dot{n}_0 t_k$	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
$\delta u_k = C_{us\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{uc\text{-}n}\cos 2\phi_k$	Corrección de argumento de latitud
$\delta r_k = C_{rc\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{rs\text{-}n}\sin 2\phi_k$	Corrección de radio
$\delta i_k = C_{is\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{ic\text{-}n}\cos 2\phi_k$	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
$i_k = i_0 + \dot{i}_{0\text{-}n}t_k + \delta i_k$	Inclinación corregida
$\left.\begin{array}{l} x'_k = r_k\cos u_k \\ y'_k = r_k\sin u_k \end{array}\right\}$	Posiciones en el plano orbital
$\dot{\Omega} = \dot{\Omega}_{REF} + \Delta\dot{\Omega}$	Velocidad de ascensión a la derecha***
$\Omega_k = \Omega_{0\text{-}n} + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitud corregida del nodo ascendente
$\left.\begin{array}{l} x_k = x'_k\cos\Omega_k - y'_k\cos i_k\sin\Omega_k \\ y_k = x'_k\sin\Omega_k - y'_k\cos i_k\cos\Omega_k \\ z_k = y'_k\sin i_k \end{array}\right\}$	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

*** $\dot{\Omega}_{REF} = -2.6 \times 10^{-9}$ semicírculos/segundo

3.1.1.3 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.1.1.3.1 RECEPTOR

3.1.1.3.1.1 Rerservado.

Tabla B-15. Elementos de los sistemas de coordenadas

$A = (\sqrt{A})^2$	Semieje mayor
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Promedio de movimiento calculado
$t_k = t - t_{oe}$	Tiempo desde época de referencia de efemérides*
$n = n_0 + \Delta n$	Promedio de movimiento corregido
$M_k = M_0 + nt_k$	Anomalía media
$M_k = E_k - e \operatorname{sen} E_k$	Ecuación Kepler para anomalía excéntrica (puede resolverse por iteración)
$v_k = \tan^{-1}\left\{\frac{\operatorname{sen} v_k}{\cos v_k}\right\} = \tan^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1-e^2}\operatorname{sen} E_k/(1-e\cos E_k)}{(\cos E_k - e)/(1-e\cos E_k)}\right\}$	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
$\delta u_k = C_{us} \operatorname{sen} 2\phi_k + C_{uc} \cos 2\phi_k$	Corrección de argumento de latitud
$\delta r_k = C_{rc} \operatorname{sen} 2\phi_k + C_{rs} \operatorname{sen} 2\phi_k$	Corrección de radio
$\delta i_k = C_{ic} \cos 2\phi_k + C_{is} \operatorname{sen} 2\phi_k$	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
$\left.\begin{array}{l} x'_k = r_k \cos u_k \\ y'_k = r_k \operatorname{sen} u_k \end{array}\right\}$	Posición en plano orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitud corregida de nodo ascendente
$\left.\begin{array}{l} x_k = x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \operatorname{sen} \Omega_k \\ y_k = x'_k \operatorname{sen} \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ z_k = y'_k \operatorname{sen} i_k \end{array}\right\}$	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_{oe} 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 sustráiganse 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 Capítulo 3, 3.7.

3.1.1.3.1.5 Aplicación de datos de reloj y de efemérides. Para los datos LNAV, 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. Para los datos CNAV, el receptor vigilará los valores toe, toc y top y actualizará los datos de efemérides y de reloj basándose en una modificación detectada de alguno de estos valores.

3.1.1.4 HORA

La hora GPS se dará por referencia a UTC (según lo mantenido por el observatorio naval EUA) 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.

3.1.2 Canal de exactitud normal (CSA) del Sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) (L1)

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

3.1.2.1 ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE

3.1.2.1.1 CARACTERÍSTICAS RF DE L1OF (SERVICIO ABIERTO DE FDMA EN L1)

Frecuencias portadoras. Los valores nominales de las frecuencias portadoras L1 serán los definidos mediante las siguientes expresiones:

$$f_{k1} = f_{01} + k\Delta f1$$

siendo:
k = –7, …, 0, 1, …, 6 son números de portadora (canales de frecuencias) de las señales transmitidas por los satélites GLONASS en la subbanda L1;

$$f_{01} = 1\ 602 \text{ MHz; y}$$

$$\Delta f1 = 0{,}5625 \text{ MHz.}$$

Las frecuencias portadoras se obtendrán de forma coherente a partir de una norma común de hora/frecuencia a bordo. El valor nominal de la frecuencia, según se observa en tierra, será igual a 5,0 MHz. La frecuencia portadora de un satélite GLONASS estará dentro de $\pm 2 \times 10^{-11}$ relativo a su valor nominal f_k.

Nota l.— Los valores nominales de las frecuencias portadoras para números de portadora k se presentan en la Tabla B-l6.

Nota 2.— Para los satélites de GLONASS-M las señales de navegación del canal de exactitud normal (CSA) L2 ocuparán la anchura de banda l 242,9375 — l25l,6875 MHz ±0,5ll MHz según lo definido mediante la expresión siguiente:

$$f_{k2} = f_{02} + k\Delta f2,$$

$$f_{02} = 1\ 246 \text{ MHz; } \Delta f_2 = 0{,}4375 \text{ MHz.}$$

Para cualquier valor dado de k la relación de frecuencias portadoras en las subbandas de Ll y L2 será igual a:

$$\frac{f_{k2}}{f_{k1}} = \frac{7}{9}$$

Tabla B-16. Frecuencias portadoras L1

Numero de portadora	H^{A}_{n} (Vease 3.2.1.3.4)	Valor nominal de la frecuencia en la sub-banda L1, (MHz)
06	6	1605,3750
05	5	1604,8125
4	4	1604,2500
3	3	1603,6875
2	2	1603,1250
1	1	1602,5625
0	0	1602,0000
-1	31	1601,4375
-2	30	1600,8750
-3	29	1600,3125
-4	28	1599,7500
-5	27	1599,1875
-6	26	1598,6250
-7	25	1598,0625

3.1.2.1.1.2 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de la portadora no modulada será de tal modo que un bucle enganchado en fase de 10 Hz con una anchura de banda de ruido unilateral proporciona la exactitud de seguimiento de fase de portadora que no se a peor que 0,1 radianes (1 sigma).

3.1.2.1.1.3 Generación de código pseudo aleatorio del GLONASS. El código telemétrico pseudo aleatorio será una secuencia de 511 bits que sirve de muestreo a la salida de la séptima etapa de un registro de fase de 9 etapas. El vector de inicialización para generar esta secuencia será “111111111”. El polinomio generador que corresponde al registro de desplazamiento de 9 etapas será:

$$G(x) = 1 + x^5 + x^9.$$

3.1.2.1.1.4 Emisiones no esenciales. La potencia de la señal RF transmitida fuera de la anchura de banda atribuida al GLONASS no será de más de !40 dB respecto a la potencia de portadora no modulada.

Nota l.— Los satélites del GLONASS, lanzados durante el período de l998 a 2005 y después, utilizan filtros que restringen las emisiones fuera de banda al límite de interferencia perjudicial que figura en la Recomendación ITU-R RA.769 para la banda de l660 – l670 MHz.

Nota 2.— Los satélites del GLONASS, lanzados después de 2005, utilizan filtros, que restringen las emisiones fuera de banda al límite de interferencia perjudicial que figura en la Recomendación ITU-R RA.769 para las bandas de l 6l0,6 – l 6l3,8 MHz y l 660 – l 670 MHz.

3.1.2.1.1.5 Pérdida de correlación. La pérdida de la potencia de señal recuperada debido a imperfecciones en la modulación de la señal y en la distorsión de forma de onda no excederá de 0,8 dB.

Nota.— La pérdida de potencia de señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en una anchura de banda de l,022 MHz y la potencia de señal recuperada por un receptor libre de ruidos y sin pérdidas con un espaciado de correlador del elemento y una anchura de banda de l,022 MHz.

3.1.2.1.2 ESTRUCTURA DE DATOS DE L1OF (SERVICIO ABIERTO DE FDMA EN L1)

3.1.2.1.2.1 Generalidades. Se transmitirá el mensaje de navegación como una configuración de datos digitales que se codifican mediante el código Hamming y se transforman a código relativo. Estructuralmente la configuración de datos se generará como supertramas continuamente repetidas. La supertrama constará de tramas y las tramas constarán de cadenas. Los límites de cadenas, tramas y supertramas de los mensajes de navegación de distintos satélites GLONASS estarán sincronizados dentro de 2 milisegundos.

3.1.2.1.2.2 Estructura de supertrama. La supertrama tendrá una duración de 2,5 minutos y constará de 5 tramas. Dentro de cada supertrama, se transmitirá un contenido total de información no inmediata (almanaque para 24 satélites GLONASS).

Nota.— La estructura de supertrama con indicación de los números de tramas en la supertrama y los números de cadena en las tramas se proporciona en la Figura B-

3.1.2.1.2.3 Estructura de trama. Cada trama será de una duración de 30 segundos y constará de 15 cadenas. Dentro de cada trama se transmitirá el contenido total de información inmediata (parámetros de efemérides y de hora) para determinado satélite y una parte de la información no inmediata (almanaque). Las tramas 1 a 4 incluirán la parte de almanaque para 20 satélites (5 satélites por trama) y la trama 5 incluirá el resto del almanaque para 4 satélites. El almanaque de un satélite ocupará dos cadenas.

t_K = la hora por referencia al principio de la trama dentro del día actual. Se calcula de conformidad con la escala temporal del satélite. El número entero de horas transcurridas desde el principio del día actual se registra en los 5 MSB. El número entero de minutos transcurridos desde el principio de la hora actual se registra en los 6 bits siguientes. El número de intervalos de 30 segundos transcurridos desde el principio del minuto actual se registra en el LSB uno. El principio del día de conformidad con la escala temporal del satélite coincide con el principio de la supertrama recurrente;

t_b = un índice de intervalo de tiempo dentro del día actual de conformidad con UTC(SU) + 03 horas 00 min. Los datos inmediatos transmitidos dentro de la trama se dan por referencia al centro de t_b. La duración del intervalo de tiempo y, por consiguiente, el valor máximo de tb depende del valor de la bandera P1;

$\gamma n(t_b)$ = desviación relativa del valor previsto de frecuencia portadora del satélite n a partir del valor nominal al instante t_b, es decir:

$$\gamma_n(t_b) = \frac{f_n(t_b) - f_{Hn}}{f_{Hn}},$$

siendo:

$f_n(t_b)$ = la frecuencia pronosticada de los relojes del satélite n al instante tb;

f_{Hn} = el valor nominal de la frecuencia de los relojes de satélite n;

$\tau_n(t_b)$ = la corrección del tiempo tn del satélite n relativo al tiempo t_c del GLONASS, en el instante t_b, es decir:

$\tau n(tb) = t_c(t_b) - t_n(t_b)$;

$x_n(t_b)$, $y_n(t_b)$, $z_n(t_b)$ = las coordenadas del satélite n en el sistema de coordenadas PZ-90 en un instante t_b;

$\dot{x}_n(t_b)$, $\dot{y}_n(t_b)$, $\dot{z}_n(t_b)$ = los componentes del vector de la velocidad del satélite n en el sistema de coordenadas PZ-90 en el instante tb;

$\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, $\ddot{z}_n(t_b)$ = los componentes del vector de aceleración del satélite n en el sistema de coordenadas PZ-90 en el instante tb, que han sido el efecto del sol y de la luna;

Nota.— En las Figuras B-8 y B-9 se indican las estructuras de tramas.

3.1.2.1.2.4 Estructura de cadenas. Cada cadena tendrá una duración de 2 segundos y contendrá los elementos binarios de datos y la marcación de tiempo. Durante los últimos 0,3 segundos dentro de este intervalo de 2 segundos (al final de cada cadena) se transmitirá la marcación de tiempo. La marcación de tiempo (secuencia seudoaleatoria abreviada), constará de 30 elementos con una duración temporal de cada ele mento de 10 milisegundos y con la siguiente secuencia:

1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0.

Durante los primeros 1,7 segundos dentro de este intervalo de 2 segundos (al principio de cada cadena), se transmitirán en formato bi binario 85 bits de datos (cada bit de datos de una duración de 20 milisegundos). Se aumentarán de derecha a izquierda los números de bits en las cadenas. Se transmitirán junto con los bits de información (posición de bits 9 a 84) los bits de verificación de código Hamming (KX) (posición de bits 1 a 8). El código Hamming tendrá una longitud de código de 4. Se separarán los datos de una cadena de los datos de las cadenas adyacentes mediante la marcación de tiempo (MB). Se registrarán las palabras de datos mediante el MSB más adelante. En cada posición de bits de cadena, 85 se colocará un elemento inactivo (“0”) y se transmitirá en primer lugar.

3.1.2.1.2.4.1 Cadenas 1 a 4. La información que figure en las cadenas 1 a 4 de cada trama corresponderá al satélite desde el que se transmitió. No se modificará esta información dentro de la supertrama.

3.1.2.1.2.4.2 Cadena 5 a 15. Las cadenas 5 a 15 de cada trama incluirán el almanaque GLONASS para 4 ó 5 satélites. Se repetirá la información que figura en la cadena quinta de cada trama de la supertrama.

Nota.— En la Figura B-10 se presenta la estructura de cadenas.

3.1.2.1.3 CONTENIDO DE DATOS DATOS DE L1OF (SERVICIO ABIERTO DE FDMA EN L1)

3.1.2.1.3.1 Parámetros de efemérides y de hora. Los parámetros de efemérides y de hora serán los siguientes:

m= número de cadena dentro de la trama;

E_n = indicación de la "edad" de la información inmediata que es un intervalo de tiempo transcurrido desde el instante de su cálculo (carga ascendente) hasta el instante tb para el satélite n;

B_n = la bandera de funcionalidad. Valores superiores a 3 indican el hecho de mal funcionamiento de determinados satélites;

P1 = una bandera indicando el intervalo de tiempo entre el valor actual y el previo de los parámetros tb en minutos según lo indicado a continuación:

P1	Intervalo de tiempo entre valores adyacentes de tb en minutos
0	0
1	30
10	45
11	60

P2 = una bandera indicando si el valor de t_b es impar o par. Un valor de "1" indica un intervalo de 30 minutos de transmitir información de servicio (t_b = 1, 3, 5 …), un valor de "0" indica un intervalo de 60 minutos de transmitir información de servicio (t_b = 2, 6, 10 …);

P3 = una bandera indicando el número de satélites respecto a los cuales se transmite un almanaque dentro de una trama determinada. "1" corresponde a 5 satélites y "0" corresponde a 4 satélites; y

$\Delta\tau_n$ = la diferencia de tiempo entre la señal RF de navegación transmitida en la subbanda L2 y la señal RF de navegación transmitida en la subbanda L1 por determinado satélite:

$$\Delta\tau_n = t_{f2} - t_{f1}$$

siendo t_{f1}, t_{f2} los retardos de equipo en las subbandas L1 y L2 respectivamente, expresados en unidades de tiempo.

3.1.2.1.3.2 Parámetros de efemérides y de hora. Los parámetros de efemérides y de hora serán los indicados en la Tabla B-17. Para las palabras cuyos valores numéricos pueden ser positivos o negativos, el MSB será el bit de signo. El elemento "0" corresponderá al signo "+" y el elemento "1" corresponderá al signo "–".

3.1.2.1.3.3 Disposición de los parámetros de efemérides y de hora. La disposición de los parámetros de efemérides y de hora dentro de una trama será la indicada en la Tabla B-18.

3.1.2.1.3.4 Parámetros de almanaque. Los parámetros de almanaque serán los siguientes:

A = índice que indica la relación de este parámetro con el almanaque;

$M^A{}_n$ = índice de las modificaciones del satélite n^A ; “00” indica un satélite GLONASS, y “01” indica un satélite GLONASS-M;

τ_c = corrección de escala de tiempo GLONASS a UTC(SU). Se da la corrección W en el instante del día

N^A = número de día de calendario dentro del período de 4 años que empieza en un año bisiesto. La corrección W y otros datos de almanaque (almanaque de órbitas y almanaque de fases) están relacionados con este número de día;

n^A = número de intervalo ocupado por el satélite n;

$H^A{}_n$ = número de canal de una frecuencia portadora de satélite n (véase la Tabla B-16);

Tabla B-17. Parámetros de efemérides y de hora

Parámetro	Número de bits	Factor de escala (LSB)	Alcance efectivo	Unidades
m	4	1		sin dimensión
	5	1	0 a 23	horas
t_k	6	1	0 a 59	minutos
	1	30	0 ó 30	segundos
t_b	7	15	15...1 425	minutos
$\gamma_n(t_b)$	11	2^{-40}	$\pm 2^{-30}$	sin dimensión
$\tau_n(t_b)$	22	2^{-30}	$\pm 2^{-9}$	segundos
$x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$	27	2^{-11}	$\pm 2{,}7 \times 10^4$	km
$\dot{x}_n(t_b), \dot{y}_n(t_b), \dot{z}_n(t_b)$	24	2^{-20}	±4,3	km/segundos
$\ddot{x}_n(t_b), \ddot{y}_n(t_b), \ddot{z}_n(t_b)$	5	2^{-30}	$\pm 6{,}2 \times 10^{-9}$	km/segundos^2
E_n	5	1	0 a 31	días
B_n	3	1	0 a 7	sin dimensión
P1	2	——— según se indica en 3.2.1.3.1 ———		
P2	1	1	0; 1	sin dimensión
P3	1	1	0; 1	sin dimensión
$\Delta\tau_n$	5	2^{-30}	$\pm 13{,}97 \times 10^{-9}$	segundos

Tabla B-18. Disposición de los parámetros de efemérides y de hora dentro de la trama

Parámetro	Número de bits	Número de cadena dentro de la trama	Número de bits dentro de la trama
m	4	1...15	81 - 84
t_k	12	1	65 - 76
t_b	7	2	70 - 76
$\gamma_n(t_b)$	11	3	69 - 79
$\tau_n(t_b)$	22	4	59 - 80
$x_n(t_b)$	27	1	9 - 35
$y_n(t_b)$	27	2	9 - 35
$z_n(t_b)$	27	3	9 - 35
$\dot{x}_n(t_b)$	24	1	41 - 64
$\dot{y}_n(t_b)$	24	2	41 - 64
$\dot{z}_n(t_b)$	24	3	41 - 64
$\ddot{x}_n(t_b)$	5	1	36 - 40
$\ddot{y}_n(t_b)$	5	2	36 - 40
$\ddot{z}_n(t_b)$	5	3	36 - 40
E_n	5	4	49 - 53
B_n	3	2	78 - 80
P1	2	1	77 - 78
P2	1	2	77
P3	1	3	80
$\Delta\tau_n$	5	4	54 - 58

λ^{A}_{n} = longitud del primer nodo ascendente (dentro del día N^{A}) de la órbita del satélite n^{A} en el sistema de coordenadas PZ 90;

$t_{\lambda}{}^{A}_{n}$ = hora de paso del primer nodo ascendente del satélite n^{A} dentro del día N^{A};

Δi^{A}_{n} = corrección del valor promedio de inclinación del satélite n^{A} en el instante $t_{\lambda}{}^{A}_{n}$ (el valor medio de la inclinación es igual a 63 grados);

ΔT^{A}_{n} = corrección del valor medio del período Draconiano del satélite n^{A} en el instante $t_{\lambda}{}^{A}_{n}$ (valor medio del período Draconiano T es igual a 43 200 segundos);

$\Delta \dot{T}^{A}_{n}$ = régimen de cambio del período Draconiano del satélite n^{A};

ε^{A}_{n} = excentricidad del satélite n^{A} en el instante $t_{\lambda}{}^{A}_{n}$;

ω^{A}_{n} = argumento de perigeo del satélite n^{A} en el instante $t_{\lambda}{}^{A}_{n}$;

τ^{A}_{n} = valor bruto de la corrección de tiempo del satélite n^{A} a tiempo GLONASS en el instante $t_{\lambda A}$;

C^{A}_{n} = "bandera de no operabilidad" generalizada del satélite n^{A} en el instante de almanaque de carga de almanaque de órbitas y fases. Cuando $C_n = 0$, esto indica que el satélite n no está en servicio. Cuando $C_n = 1$, esto indica que el satélite n está en servicio.

3.1.2.1.3.5 Subdivisión y codificación de parámetros de almanaque. El almanaque GLONASS, transmitido dentro de la supertrama, se subdividirá en toda la supertrama según lo indicado en la Tabla B-19. Los valores numéricos de los parámetros y almanaque serán positivos o negativos. El MSB será el bit de signo, el elemento "0" corresponderá al signo "+", y el elemento "1" corresponderá al signo "–". Los parámetros de almanaque serán codificados según lo indicado en la Tabla B-20.

3.1.2.1.3.6 Disposición de los parámetros de almanaque. La disposición de las palabras de almanaque dentro de la trama será la indicada en la Tabla B-21.

3.1.2.1.4 CONTENIDO Y ESTRUCTURA DE LOS DATOS ADICIONALES TRANSMITIDOS POR LOS SATÉLITES GLONASS-M EN L1OF (SERVICIO ABIERTO DE FDMA EN L1).

3.1.2.1.4.1 Designación de letras de datos adicionales. Además de los datos GLONASS, los satélites GLONASS-M transmitirán los siguientes datos adicionales como se indica en la Tabla B-17-A:

n — un índice de los satélites que transmiten la señal de navegación determinada: corresponde a un número de intervalos dentro de la constelación GLONASS;

l_n — la bandera de funcionamiento para el satélite determinado: "0" indica que el satélite determinado está funcionando correctamente,"1" indica que el satélite determinado está funcionando incorrectamente;

B1 — coeficiente para determinar ΔUT1: es igual a la diferencia entre UT1 y UTC al comienzo del día (N^A), expresada en segundos;

B2 — coeficiente para determinar ΔUT1: es igual al cambio diario de la diferencia ΔUT1 (expresada en segundos por día solar promedio).

Estos coeficientes se utilizarán para transformar entre UTC(SU) y UT1:

$$\Delta UT1 = UTC(SU) - UT1,$$

en la cual:

UT1 — Tiempo Universal por referencia al Meridiano de Greenwich Promedio (tomando en cuenta el movimiento del Polo),

UTC(SU) — Tiempo Universal Coordinado de la Norma Estatal de la Federación de Rusia,

$$\Delta UT1 = B1 + B2 \times (N_T - N^A),$$

KP — notificación de una corrección del segundo intercalar subsiguiente UTC (±1 s), como se indica a continuación:

KP	Datos de corrección de segundos UTC
00	Ninguna corrección de UTC al final del trimestre actual
01	Corrección de UTC por 1 s más al final del trimestre actual
11	Corrección de UTC por 1 s menos al final del trimestre actual

Nota.— La corrección de la escala de tiempo del sistema GLONASS se realiza habitualmente una vez al año, a medianoche con 00 horas 00 minutos 00 segundos, de acuerdo con la notificación temprana de la Oficina internacional de la hora (BIH/BIPM) al final de un trimestre:
del 31 de diciembre al 1 de enero — primer trimestre,

del 31 de marzo al 1 de abril — segundo trimestre,

del 30 de junio al 1 de julio — tercer trimestre,

del 30 de septiembre al 1 de octubre — cuarto trimestre.

N_T — fecha actual, número de calendario del día dentro del intervalo de cuatro años que se inicia el 1 de enero en un año bisiesto;

N_4 — número del intervalo de cuatro años que se inicia en 1996;

F_T — un parámetro que proporciona la exactitud de alcance prevista del satélite del usuario en la hora tb. La codificación se indica en la Tabla B-17-B;

M — tipo de satélite que transmite la señal de navegación. 00 se refiere a un satélite GLONASS; 01 se refiere a un satélite GLONASS-M;

P4 — bandera que indica que los parámetros actualizados de efemérides están presentes. "1" indica que el segmento de control ha realizado una transferencia ascendente de parámetros actualizados de efemérides o frecuencia/tiempo;

Nota.— La información actualizada sobre efemérides o frecuencia/tiempo se transmite solamente al fin del actual intervalo t_b.

P — parámetro tecnológico de segmento de control, indicando el modo de operación del satélite respecto a los parámetros de tiempo:

00 — parámetro τ_c transmitido del segmento de control, parámetro τ_{GPS} transmitido del segmento de control;

01 — parámetro τ_c transmitido del segmento de control, parámetro τ_{GPS} calculado a bordo del satélite GLONASS-M;

10 — parámetro τ_c calculado a bordo del satélite GLONASS-M; parámetro τ_{GPS} transmitido del segmento de control;

11 — parámetro τ_c calculado a bordo del satélite GLONASS-M; parámetro τ_{GPS} calculado a bordo del satélite GLONASS-M;

τ_{GPS} — corrección del tiempo GPS en relación con el tiempo GLONASS:

$$T_{GPS} - T_{GL} = \Delta T + \tau_{GPS},$$

en la cual:

ΔT es la parte de número entero, y τ_{GPS} es la parte fraccional de la diferencia entre las escalas de tiempo del sistema expresadas en segundos.

Nota.— La parte de número entero 'T se determina del mensaje de navegación GPS por el receptor del usuario.

M^A_n— tipo de satélite n^A : la codificación "00" indica un satélite GLONASS; la codificación "01" indica un satélite GLONASS-M;

3.1.2.1.4.2 Parámetros de datos adicionales. Los parámetros de datos adicionales se definen en las Tablas B-17-A a B-18-A.

3.1.2.1.4.3 Ubicación de las palabras de datos adicionales dentro del mensaje de navegación GLONASS M. La ubicación requerida de las palabras de datos adicionales dentro del mensaje de navegación GLONASS M se define en la Tabla B-18-A.

3.1.2.1.5 Características rf de L1OC, L3OC

Nota.— En el documento GLONASS CDMA ICD General Description of CDMA Signal System (GLONASS CDMA ICD Descripción general del sistema de señales CDMA) (Edición 1.0), 2016 (en adelante denominado "GLONASS CDMA ICD Descripción general"); en el documento "GLONASS CDMA ICD Banda L1"; y en el documento "GLONASS CDMA ICD Banda L3" se proporciona información adicional relativa a las características RF.

3.1.2.1.5.1 La señal L1OC contendrá un componente de datos, L1OCd, y otro piloto, L1OCp, del mismo nivel de potencia. Esos componentes se obtendrán mediante multiplexaje por distribución en el tiempo chip a chip de dos secuencias de ruido seudoaleatorio. La señal L1OC estará en fase en cuadratura con la señal L1SC. La señal L1OC precede la señal L1SC por $\pi/2$ radianes, como se muestra en la figura B-7A.

Nota.— La señal L1SC es una señal de navegación con acceso múltiple por división de código (CDMA) segura en la banda de frecuencias L1 y no se usa en la aviación.

3.1.2.1.5.2 La señal L3OC contendrá un componente de datos, L3OCd, y otro piloto, L3OCp, del mismo nivel de potencia. Esos componentes estarán en fase I y en cuadratura Q respectivamente. L3OCd precede L3OCp por $\pi/2$ radianes como se muestra en la figura B-7A.

3.1.2.1.5.3 Ruido de fase de portadora. La densidad espectral de ruido de fase de portadora no modulada será tal que un bucle de fase enganchada con una anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz, será capaz de seguir la portadora con una exactitud que no sea peor que una media cuadrática (RMS) de 0,01 radianes.

3.1.2.1.5.4 Emisiones no esenciales. La potencia de la señal RF transmitida fuera de la anchura de banda atribuida al GLONASS no será de más de –40 dB respecto a la potencia de portadora no modulada.

Nota 1.— Las anchuras de banda atribuidas al GLONASS son L1 (1 592,9 – 1 610 MHz), L2 (1 237,8 – 1 256,8 MHz) y L3 (1 190,35 – 1 212,23 MHz).

Nota 2.— Los satélites del GLONASS utilizan filtros, que restringen las emisiones fuera de banda al límite de interferencia perjudicial que figura en la Recomendación ITU-R RA.769 para las bandas de 1 610,6 – 1 613.8 MHz y 1 660 – 1 670 MHz.

3.1.2.1.5.5 Pérdida de correlación. La pérdida de potencia de señal recuperada, por razón de imperfecciones en la modulación de la señal y en la distorsión de la forma de onda, no excederá de 0,6 dB. Nota.— La pérdida de potencia de señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en la anchura de banda especificada y la potencia de señal recuperada por un receptor, libre de ruidos y sin pérdidas con una separación entre correladores de 1 chip y una etapa de entrada de RF con la misma anchura de banda.

3.1.2.1.6 ESTRUCTURA DE DATOS DE L1OC, L3OC

Nota. — En los documentos GLONASS CDMA ICD Descripción general; GLONASS, CDMA, ICD, Banda L1 y GLONASS CDMA ICD Banda L3 se proporciona información adicional relativa a la estructura de datos.

3.1.2.1.6.1 Generalidades. El mensaje de navegación CDMA del GLONASS se transmitirá como una secuencia variable de cadenas. Las cadenas comprenderán campos de servicios y de datos (bits separados o grupos de bits que contienen parámetros específicos).

Nota.— Una seudotrama es un conjunto de cadenas de datos inmediatos y no inmediatos que empiezan con las tres cadenas de datos de reloj y de efemérides (datos inmediatos). Las cadenas restantes de una seudotrama contienen datos no inmediatos.

3.1.2.1.6.2 Campos de servicios. La estructura de una sección de servicios será la misma para cada tipo de señal e incluirá el preámbulo, el tipo de cadena, la hora del principio de cada cadena (TS), la ID del satélite, los parámetros de la señal y los bits de la verificación por redundancia cíclica (CRC) para comprobar la integridad de los datos de una cadena.

3.1.2.1.6.3 Campos de datos. La estructura de los campos de datos dependerá del tipo de cadena. Cada tipo de cadena contendrá un bloque individual de datos completo, a excepción del bloque de datos de órbita y de reloj, que ocupa tres tipos de cadenas y se transmitirá como un paquete continuo.

Nota.— El diseño del mensaje puede evolucionar en el futuro junto con el GLONASS. Esa evolución puede suponer la inclusión de tipos de cadenas nuevos que pueden, o bien contener tipos de datos nuevos o modificar los tipos de cadenas existentes.

3.1.2.1.6.4 Características de los mensajes L1OC

3.1.2.1.6.4.1 El mensaje de navegación L1OCd se transmitirá a 125 bits/s. El mensaje constará de cadenas de 250 bits de 2 segundos de duración, así como de cadenas anómalas de 125 y 375 bits de 1 y 3 segundos de duración, respectivamente.

3.1.2.1.6.4.2 Estructura de cadena nominal L1OCd. Cada cadena nominal L1OCd consistirá en campos de servicios de 50 bits, un campo de datos de 184 bits y un campo de servicios CRC de 16 bits, como se muestra en la figura B-7B. La transmisión de una cadena empezará con el bit 1 (primer bit del preámbulo) y terminará con el bit 250 (último bit de CRC)).

3.1.2.1.6.4.3 Los campos de servicios L1OCd serán los indicados en la tabla B-19A.

Tabla B-19A. Parámetros de los campos de servicios L1OCd

Campo	Número de bits	Bit menos significativo	Intervalo de valores	Unidad	Descripción
Preámbulo	12	1	010111110001	-	Marcación de la hora constante
Tipo	6	1	0 – 63	-	Tipo de una cadena actual
j	6	1	0 – 63	-	Número de ID de un satélite que transmite este mensaje de navegación. El número “0” de ID de SV está reservado y solo puede activarse cuando se termine el uso combinado de señales CDMA y FDMA del GLONASS
H^j	1	1	0, 1	-	señal de navegación funcional (“0”) o disfuncional (“1”)
l^j	1	1	0, 1	-	validez (“0”) o invalidez (“1”) de los datos transmitidos en la cadena actual
P1	4	Llamada de control terrestre. Este campo no lo usan los receptores de usuario.			
P2	1	Atributo de régimen de orientación SV: SV apunta al Sol (“0”) o realiza un viraje al mediodía/medianoche (“1”)			
KP	2	1	00, 01, 10, 11	-	Indicación de la corrección de UTC(SU) prevista al final del trimestre actual del GMT. Las correcciones de UTC(SU) resultarán en las correcciones correspondientes del tiempo referenciado a la señal L1OCd: 00 – ninguna corrección prevista; 01 – se aumenta la longitud del día en 1 s; 10 –decisión pendiente sobre la corrección; 11 – se reduce la longitud del día en 1 s.
A	1	1	0, 1	-	Indicación de la corrección prevista de la hora de la señal L1OCd al final de la siguiente cadena: A = 0 – ninguna corrección prevista A = 1 – corrección prevista. La combinación de A = 1 y KP = 11 en la cadena actual denota que la próxima cadena será una cadena anómala de tipo 1 de 1 s de duración. La combinación de A = 1 y KP = 01 en la cadena actual denota que la próxima cadena será una cadena anómala de tipo 2 de 3 s de duración.
TS	16	1	0 – 43199	2 s	Dígitos de la marcación de la hora expresados en intervalos de 2 segundos dentro del día actual en tiempo referenciado a la señal L1OCd.
CRC	16	1	Bits de verificación del código cíclico.		

3.1.2.1.6.4.4 Cadenas anómalas L1OCd. Las cadenas anómalas se indicarán mediante cadenas de tipo 1 y 2. Se usarán cadenas de tipo 1 para indicar las correcciones de segundos intercalares de la hora de la señal L1OCd cuando se reduzca la longitud de un día en 1 s. Las cadenas de tipo 1 consistirán en campos de servicios de 50 bits, un campo de datos de 59 bits y un campo de servicios CRC de 16 bits, como se muestra en la figura B-7C. Se usarán cadenas de tipo 2 para indicar las correcciones de segundos intercalares de la hora de la señal L1OCd cuando se aumente la longitud de un día en 1 s. Las cadenas de tipo 2 consistirán en campos de servicios de 50 bits, un campo de datos de 301 bits y un campo de servicios CRC de 24 bits, como se muestra en la figura B-7D.

3.1.2.1.6.4.5 CRC contenida en las cadenas nominales de la transmisión por L1OCd. El polinomio generador de CRC (250, 234) será:

$g(X) = 1 + X + X^5 + X^6 + X^8 + X^9 + X^{10} + X^{11} + X^{13} + X^{14} + X^{16}$.

A la entrada del codificador se entregará un bloque de datos de 234 bits (empezando por el primer bit del preámbulo y terminando por el bit 184 del campo de datos). A la salida del codificador se generará un bloque codificado de 250 bits añadiendo 16 bits de verificación.

3.1.2.1.6.4.6 CRC contenida en las cadenas anómalas de la transmisión por L1OCd de tipo 1. La CRC (125, 109) se usará en cadenas L1OCd de tipo 1. Se generará de modo similar al código (250, 234), excepto por lo que se refiere al número de bits entregados a la entrada (109 en lugar de 234).

3.1.2.1.6.4.7 CRC contenida en las cadenas anómalas de la transmisión por L1OCd de tipo 2. La CRC (375, 351) se usará en cadenas L1OCd de tipo 2. El polinomio generador de CRC (375, 351) será:

$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{17} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$.

A la entrada del codificador se entregará un bloque de datos de 351 bits (empezando por el primer bit del preámbulo y terminando por el bit 301 del campo de datos). A la salida del codificador se generará un bloque codificado de 375 bits añadiendo 24 bits de verificación.

3.1.2.1.6.5 Características de los mensajes L3OC

3.1.2.1.6.5.1 El mensaje de navegación L3OCd se transmitirá a 100 bits/s. El mensaje constará de cadenas de 300 bits de 3 segundos de duración, así como de cadenas anómalas de 200 y 400 bits de 2 y 4 segundos de duración, respectivamente.

3.1.2.1.6.5.2 Estructura de cadenas L3OCd. Cada cadena nominal L3OCd consistirá en campos de servicios de 57 bits, un campo de datos de 219 bits de longitud y un campo de servicios CRC de 24 bits de longitud, como se muestra en la figura B-8A. La transmisión de una cadena empezará con el bit 1 (el primer bit del preámbulo) y terminará con el bit 300 (el último bit del código CRC).

3.1.2.1.6.5.3 Los campos de servicios L3OCd serán los indicados en la tabla B-19B.

Tabla B-19B. Parámetros de los campos de servicios L3OCd

Campo	Número de bits	Bit menos significativo	Intervalo de valores	Unidad	Descripción
Preámbulo	12	1	010111110001	-	Marcación de la hora constante
Tipo	6	1	0 – 63	-	Tipo de una cadena actual
TS	15	1	0—28799	3s	Dígitos de marcación de la hora expresados en intervalos de 3 segundos dentro del día actual en tiempo L3OCd
j	6	1	0 – 63	-	Número de ID de un satélite que transmite este mensaje de navegación. El número “0” de ID de SV está reservado y solo puede activarse cuando se termine el uso combinado de señales CDMA y FDMA del GLONASS
Hj	1	1	0, 1	-	señal de navegación funcional (“0”) o disfuncional (“1”)
lj	1	1	0, 1	-	validez (“0”) o invalidez (“1”) de los datos transmitidos en la cadena actual
P1	4	Llamada de control terrestre. Este campo no lo usan los receptores de usuario.			
P2	1	Atributo de régimen de orientación SV: SV apunta al Sol (“0”) o realiza un viraje al mediodía/medianoche (“1”)			
KP	2	1	00, 01, 10, 11	-	Indicación de la corrección de UTC(SU) prevista al final del trimestre actual del GMT. Las correcciones de UTC(SU) resultarán en las correcciones correspondientes del tiempo referenciado a la señal L1OCd: 00 – ninguna corrección prevista; 01 – se aumenta la longitud del día en 1 s; 10 –decisión pendiente sobre la corrección; 11 – se reduce la longitud del día en 1 s.
A	1	1	0, 1	-	Indicación de la corrección prevista de la hora de la señal L1OCd al final de la siguiente cadena: A = 0 – ninguna corrección prevista A = 1 – corrección prevista. La combinación de A = 1 y KP = 11 en la cadena actual denota que la próxima cadena será una cadena anómala de tipo 1 de 1 s de duración. La combinación de A = 1 y KP = 01 en la cadena actual denota que la próxima cadena será una cadena anómala de tipo 2 de 3 s de duración.
CRC	24	1	Bits de verificación del código cíclico.		

3.1.2.1.6.5.4 Cadenas anómalas L3OCd. Las cadenas anómalas se indicarán mediante las cadenas de tipo 1 y 2. Se usarán cadenas de tipo 1 para indicar las correcciones de segundos intercalares de la hora de la señal L3OCd cuando se reduzca la longitud de un día en 1 s. Las cadenas de tipo 1 consistirán en campos de servicios de 57 bits, un campo de datos de 119 bits y un campo de servicios CRC de 24 bits, como se muestra en la figura B-8B. Se usarán cadenas de tipo 2 para indicar las correcciones de segundos intercalares de la hora de la señal L3OCd cuando se aumente la longitud de un día en 1 s. Las cadenas de tipo 2 consistirán en campos de servicios de 57 + 20 bits, un campo de datos de 299 bits y un campo de servicios CRC de 24 bits, como se muestra en la figura B-8C.

3.1.2.1.6.5.5 CRC de cadenas nominales L3OCd. El polinomio generador de CRC (300, 276) será:
$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{17} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$.

A la entrada del codificador se entregará un bloque de datos de 276 bits (empezando por el primer bit del preámbulo y terminando por el bit 219 del campo de datos). A la salida del codificador se generará un bloque codificado de 300 bits añadiendo 24 bits de verificación.

3.1.2.1.6.5.6 CRC para cadenas anómalas L3OCd de tipo 1. La CRC (200, 176) se usará en cadenas L3OCd de tipo 1. Se generará de modo similar al código (300, 276), excepto por lo que se refiere al número de bits entregados a la entrada (176 en lugar de 276).

3.1.2.1.6.5.7 CRC para cadenas anómalas L3OCd de tipo 2. La CRC (400, 376) se usará en cadenas L3OCd de tipo 2. Se generará de modo similar al código (300, 276), excepto por lo que se refiere al número de bits entregados a la entrada (376 en lugar de 276).

3.1.2.1.7 Contenido de datos L1OC, L3OC

Nota.— En el documento GLONASS CDMA ICD Descripción general; en el documento GLONASS CDMA ICD Banda L1 y en el documento GLONASS CDMA ICD Banda L3 se proporciona información adicional relativa al contenido de datos.

3.1.2.1.7.1 Los mensajes de navegación L1OCd contendrán los datos con arreglo a la lista de los tipos de cadenas que figuran en la tabla B-20ª.

Nota.— En el documento GLONASS CDMA ICD banda L1 se proporciona información adicional relativa al contenido de datos de los campos de servicios y de datos del L1OCd.

Tipo de cadena	Contenido
10, 11, 12	Datos inmediatos (efemérides, hora, banderas de funcionalidad, F_E, F_T)
20	Almanaque
25	Parámetros de rotación de la Tierra, parámetros del modelo ionosférico y parámetros del modelo que describe el desplazamiento entre UTC(SU) y el Tiempo Atómico Internacional (TAI).
16	Parámetros de actitud del SV durante el viraje al mediodía/medianoche
31, 32	Parámetros de modelos dinámicos a largo plazo
50	Notificaciones de acuse de recibo del Sistema Internacional de Satélites de Búsqueda y Salvamento (COSPAS–SARSAT)
60	Mensajes de texto
0	Para tareas tecnológicas. No utilizado por receptores de usuario.
1	Cadena anómala utilizada en el momento de la corrección de segundos intercalares (-1 s)
2	Cadena anómala utilizada en el momento de la corrección de segundos intercalares (+1 s)
Nota: Las cadenas de tipo 10, 11 y 12 componen un paquete de datos; así pues, la cadena de tipo 11 siempre sigue a la cadena de tipo 10 y la cadena de tipo 12 siempre sigue a la cadena de tipo 11.	

3.1.2.1.7.3 Campos FE, FT de factores de precisión. Los campos FE y FT contendrán errores de seudodistancia equivalentes (σ) relacionados con la efeméride y el reloj del satélite transmisor. La tabla B-21 C muestra los valores de FE y FT y los errores correspondientes.

Tipo de cadena	Contenido
10, 11, 12	Datos inmediatos (efemérides, hora, banderas de funcionalidad, F_E, F_T)
20	Almanaque
25	Parámetros de rotación de la Tierra, parámetros del modelo ionosférico y parámetros del modelo que describe el desplazamiento entre UTC(SU) y el Tiempo Atómico Internacional (TAI).
16	Parámetros de actitud del SV durante el viraje al mediodía/medianoche
31, 32	Parámetros de modelos dinámicos a largo plazo
60	Mensajes de texto
0	Para tareas tecnológicas. No utilizado por receptores de usuario.
1	Cadena anómala utilizada en el momento de la corrección de segundos intercalares (-1 s)
2	Cadena anómala utilizada en el momento de la corrección de segundos intercalares (+1 s)
Nota: Las cadenas de tipo 10, 11 y 12 componen un paquete de datos; así pues, la cadena de tipo 11 siempre sigue a la cadena de tipo 10 y la cadena de tipo 12 siempre sigue a la cadena de tipo 11.	

3.1.2.1.7.4 El intervalo máximo de actualización de los datos inmediatos (cadenas de tipo 10, 11 y 12) será de 30 minutos. Teniendo en cuenta que varios tipos de datos no inmediatos se actualizan a intervalos diversos, el máximo intervalo de actualización para todos los datos no inmediatos será de 48 horas. Nota.— Los parámetros de modelos dinámicos a largo plazo permiten el uso de datos inmediatos para propagar la órbita durante un intervalo de 4 horas.

3.1.2.2 DEFINICIÓN DE LOS PROTOCOLOS PARA APLICACIÓN DE DATOS

Nota.— En esta sección se definen las relaciones mutuas de los parámetros de mensaje de radiodifusión de datos. Se proporcionan las definiciones de los parámetros que no son transmitidos; sin embargo, se utilizan por elementos ajenos a la aeronave, por elementos de aeronave o por ambos y se definen los términos aplicados a determinar la solución de navegación y su integridad.

3.1.2.2.1 Algoritmo de verificación de paridad para verificación de datos FDMA. Se utilizan el algoritmo que figura en la Tabla B-22 y según los detalles indicados a continuación para detectar y corregir un error de un bit dentro de la cadena y para detectar un error de 2 o más bits dentro de una cadena.

3.1.2.2.1.1 Cada cadena incluye los bits de datos 85 siendo los 77 MSB elementos de datos (b85, b84, …, b10, b9), y los 8 bits LSB los bits de verificación de longitud de código Hamming de 4 (ß8, ß7, …, ß2, ß1).

3.1.2.2.1.2 Para corregir errores de 1 bit dentro de la cadena se generan las siguientes sumas de verificación: (c1, c2, …, c7), y para detectar errores de 2 bits (o errores de más números pares de bits) se genera una suma de verificación c6 según lo indicado en la Tabla BT22. Se utiliza lo siguiente para corregir errores aislados y para detectar errores múltiples:

a) Se considera que una cadena es correcta si todas las sumas de verificación (c_1, ..., c_7, y c_6) son iguales a "0", o si solamente una de las sumas de verificación (c_1, ..., c_7) es igual a "1" y c_Σ es igual a "1".
b) Si dos o más de las sumas de verificación (c_1, ..., c_7) son iguales a "1" y c_Σ es igual a "1", entonces se corrige el carácter "b_{icor}" en función del carácter opuesto en la siguiente posición de bit:

"i_{cor}" = $c_7\ c_6\ c_5\ c_4\ c_3\ c_2\ c_1 + 8 - K$, a condición de que "$i_{cor}$" c 85,

siendo "$c_7\ c_6\ c_5\ c_4\ c_3\ c_2\ c_1$" es un número binario generado a partir de las sumas de verificación (c_1, ..., c_7) siendo c_1 el LSB y c_7 el MSB. K es el número ordinal de la suma de verificación más significativa que no sea igual a "0".

Si $i_{cor} > 85$, entonces hay un número impar de errores múltiples y se rechazarán los datos.

c) Si por lo menos una de las sumas de verificación (c_1, ... , c_7) es igual a "1" y c_Σ es igual a "0", o si todas las sumas de verificación (c_1, ..., c_7) son iguales a "0" pero c_Σ es igual a "1", entonces hay múltiples errores y se rechazarán los datos.

Tabla B-17-A. Parámetros de datos adicionales

Parámetros	Núm. de bits	Factor de escala (LSB)	Alcance efectivo	Unidades
n	5	1	0 a 31	Adimensional
L_n	1	1	0; 1	Adimensional
B1	11	2^{-16}	±0,9	Adimensional
B2	10	2^{-16}	(-4,5 a 3,5) x 10^{-3}	s/día
KP	2	1	0 a 3	Adimensional
N_T	11	1	0 a 1461	días
N_4	5	1	1 a 31	Intervalo de cuatro años
F_T	4		Véase la Tabla B17-B	
M	2	1	0 a 3	Adimensional
P4	1	1	0; 1	Adimensional
P	2	1	00,01,10,11	Adimensional
τ_{GPS}	22	2^{-30}	±1,9 x 10^{-3}	segundos
M^A_n	2	1	0 a 3	Adimensional

Tabla B-17-B. Codificación de palabra F_T

Valor F_T	Exactitud de seudoalcance, 1 sigma (m)
0	1
1	2
2	2,5
3	4
4	5
5	7
6	10
7	12
8	14
9	16
10	32
11	64
12	128
13	256
14	512
15	No se usa

Tabla B-18-A. Ubicación de palabras de datos adicionales dentro del mensaje de navegación GLONASS M

Palabra	Número de bits	Número de cadena dentro de la supertrama	Número de bits dentro de la cadena
n	5	4, 19, 34, 49, 64	11 - 15
L_n	1	5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 65, 67, 69, 71, 73, 75	9
		3, 18, 33, 48, 63	65
B1	11	74 (dentro de la supertrama)	70 - 80
B2	10	74 (dentro de la supertrama)	60 - 69
KP	2	74 (dentro de la supertrama)	58 - 59
N_T	11	4, 19, 34, 49, 64	16 - 26
N_4	5	5, 20, 35, 50, 65	32 - 36
F_T	4	4, 19, 34, 49, 64	30 - 33
M	2	4, 19, 34, 49, 64	9 - 10
P4	1	4, 19, 34, 49, 64	34
P	2	3, 18, 33, 48, 63	66 - 67
τ_{GPS}	22	5, 20, 35, 50, 65	10 - 31
M^A_n	2	6, 8, 10, 12, 14	78 - 79

Tabla B-19. Subdivisión del almanaque dentro de la supertrama

Número de trama dentro de la supertrama	Números de satélite, respecto a los cuales se transmite el almanaque dentro de determinada trama
1	1 a 5
2	6 a 10
3	11 a 15
4	16 a 20
5	21 a 24

Tabla B-20. Codificación de los parámetros de almanaque

Parámetro	Número de bits	Factor de escala (LSB)	Alcance efectivo	Unidades
M^A_n	2	1	0 a 3	sin dimensión
t_C	28	2^{-27}	±1	segundos
N^A	11	1	1 a 1 461	días
n^A	5	1	1 a 24	sin dimensión
H^A_n	5	1	0 a 31	sin dimensión
λ^A_n	21	2^{-20}	±1	semicírculos
$t\lambda^A_n$	21	2^{-5}	0 a 44 100	segundos
Δi^A_n	18	2^{-20}	± 0,067	semicírculos
ΔT^A_n	22	2^{-9}	$\pm 3{,}6 \times 10^3$	segundos/revolución
$\dot{\Delta T}^A_n$	7	2^{-14}	$\pm 2^{-8}$	segundos/revolución
ε^A_n	15	2^{-20}	0 a 0,03	sin dimensión
ω^A_n	16	2^{-15}	±1	semicírculos
$t_t{}^A_n$	10	2^{-18}	$\pm 1{,}9 \times 10^3$	segundos
C^A_n	1	1	0 a 1	sin dimensión

Tabla B-21. Disposición de los parámetros de almanaque dentro de la trama

Parámetro	Número de bits	Número de cadena dentro de la trama	Alcance efectivo
M^A_n	2	6, 8, 10, 12, 14	78 - 79
t_C	28	5	42 - 69
N^A	11	5	70 - 80
n^A	5	6, 8, 10, 12, 14	73 - 77
H^A_n	5	7, 9, 11, 13, 15	10 - 14
I^A_n	21	6, 8, 10, 12, 14	42 - 62
tI^A_n	21	7, 9, 11, 13, 15	44 - 64
Δi^A_n	18	6, 8, 10, 12, 14	24 - 41
ΔT^A_n	22	7, 9, 11, 13, 15	22 - 43
Δ	7	7, 9, 11, 13, 15	15 - 21
ε^A_n	15	6, 8, 10, 12, 14	9 - 23
ω^A_n	16	7, 9, 11, 13, 15	65 - 80
$t_t{}^A_n$	10	6, 8, 10, 12, 14	63 - 72
C^A_n	1	6, 8, 10, 12, 14	80

Nota.— Se presentan los números de cadena de las cuatro primeras tramas dentro de la supertrama. No hay parámetros de almanaque en las cadenas 14ª y 15ª de la trama 5ª.

Tabla B-22. Algoritmo de verificación de paridad

b85, b84, …, b10, b9 son los bits de datos (posiciones 9 a 85 en la cadena);

β1, β2, ..., ß8 son los bits de verificación del código Hamming (posiciones 1 a 8 en la cadena);

$c_1, c_2, ..., c_7, c_\Sigma$ son las sumas de verificación generadas mediante la fórmula siguiente:

$c_1 = \beta \oplus [\Sigma_i b_i]_{mod\ 2}$
i = 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84.

$c_2 = \beta_2 \oplus [\Sigma_j b_j]_{mod\ 2}$
j = 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 83, 84.

$c_3 = \beta_3 \oplus [\Sigma_k b_k]_{mod\ 2}$
k = 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 80, 85.

$c_4 = \beta_4 \oplus [\Sigma_l b_l]_{mod\ 2}$
l = 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.

$c_5 = \beta_5 \oplus [\Sigma_m b_m]_{mod\ 2}$
m = 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 81, 82, 83, 84, 85.

$c_6 = \beta_6 \oplus [\Sigma_n b_n]_{mod\ 2}$
n = 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65.

$c_7 = \beta_7 \oplus [\Sigma_p b_p]_{mod\ 2}$
p = 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

$c_\Sigma = [\Sigma\ \beta_q]_{mod\ 2} \oplus [\Sigma\ b_r]_{mod\ 2}$
q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
r = 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

3.1.2.2.2 PARÁMETROS DE CORRECCIÓN DE RELOJ DE SATÉLITE

3.1.2.2.2.1 La hora del sistema GLONASS se determinará utilizando datos FDMA, mediante la fórmula siguiente:

$$t_{GLONASS} = t_k + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)\ (t_k - t_b)$$

siendo t_k, $\tau_n\ (t_b)$, $\gamma_n(t_b)$ los parámetros descritos en 3.1.2.1.3.1

3.1.2.2.2.2 La hora del sistema GLONASS se determinará utilizando datos CDMA, mediante la fórmula siguiente:

$$t_{GLONASS=mod_{86400}}\left[T^{J}_{ST\{signal\}} + \tau^{j}(t_b) - \Delta t_b \cdot \gamma^{j}(t_b) - \Delta t_b^2 \cdot \beta^{j}(t_b)\right]$$

siendo

$T^{j}_{ST\{signal\}}$ la hora en la que se recibe la señal del satélite *j* y

τj (tb), γj (tb), βj (tb), τc(tb), los parámetros transmitidos en señales CDMA dentro de una cadena del tipo 10, 11 o 12, como se muestra en las tablas B-20A y B-20B. ()jbtτ()jbtγ()jbtβ()cbtτ()cbtτ·

$t_{GLONASS} = t_k + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_k — t_b)$

siendo t_k, $\tau_n(t_b)$, $\gamma_n(t_b)$ los parámetros descritos en 3.2.1.3.1

La hora del GLONASS está relacionada con el servicio horario nacional de Rusia UTC(SU) según lo indicado a continuación:

$t_{UTC(SU)} = t_{GLONASS} + \tau_c$ – 03 horas 00 minutos

siendo:

τ_c es el parámetro descrito en 3.1.2.1.3.4; y
03 horas 00 minutos es el desplazamiento continuo de tiempo causado por la diferencia entre la hora de Moscú y la hora de Greenwich

3.1.2.2.3 POSICIÓN DEL SATÉLITE

3.1.2.2.3.1 Se definirá la posición actual del centro de masa del satélite mediante los parámetros de efemérides de navegación GLONASS, según lo indicado en la tabla B-17 para las señales FDMA del GLONASS, en la tabla B-20A para L1OC y en la tabla B-20B para L3OC.

$$\frac{dx}{dt} = Vx$$

$$\frac{dy}{dt} = Vy$$

$$\frac{dz}{dt} = Vz$$

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}x - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}x\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 x + 2\omega V_y + \ddot{x}$$

$$\frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}y - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}y\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 y + 2\omega V_x + \ddot{y}$$

$$\frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}z - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}z\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \ddot{z}$$

siendo:

r = $\sqrt{x^2+y^2+z^2}$;
μ = constante gravitacional universal de la Tierra ($398\,600{,}44 \times 10^9$ m^3/s^2);
a_e = semieje mayor (6 378 136 m);
J_0^2 = segundo armónico zonal del geopotencial ($1\,082\,625{,}7 \times 10^{-9}$); y
ω = velocidad de rotación de la Tierra ($7{,}292\,115 \times 10^{-5}$ radianes/s).

Coordenadas $x_n(t_b)$, $y_n(t_b)$, $z_n(t_b)$, y componentes del vector $\dot{x}_n(t_b) = V_x, \dot{y}_n(t_b) = V_y, \dot{z}_n(t_b) = V_z$ son las condiciones iniciales de integración. Aceleraciones debidas a la perturbación lunisolar $\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, $\ddot{z}_n(t_b)$ son constantes en el intervalo de integración de ±15 minutos.

3.1.2.2.3.3 Se realizará un nuevo cálculo de efemérides desde el instante tb hasta el instante ti dentro del intervalo ($|\tau i| = |ti - tb| \leq 4$ horas) para las señales CDMA, como en 3.1.2.2.3.2, salvo que este modelo incluye aceleraciones adicionales que siguen el modelo de un polinomio de grado 4 para incorporar el intervalo ampliado según se describe a continuación:

Las coordenadas, componentes del vector velocidad en el instante tb, y las aceleraciones debidas a perturbaciones $\ddot{x},\ddot{y},\ddot{z}$ se transmitirán en señales CDMA dentro de cadenas del tipo 10, 11 o 12. Los parámetros de modelos dinámicos a largo plazo para los polinomios de grado 4 y las aceleraciones a_x,a_y y a_z, se transmitirán en señales CDMA en cadenas del tipo 31 y 32.

3.1.2.2.4 ALGORITMO PARA DETERMINAR LA POSICIÓN DEL CENTRO DE FASE DE LA ANTENA DEL SATÉLITE

3.1.2.2.4.1 En las mediciones de alta precisión de la seudodistancia se usará un algoritmo para calcular la posición del centro de fase de la antena en el sistema de coordenadas PZ-90, sobre la base del centro del satélite de la posición de la masa y los datos transmitidos en señales CDMA dentro de la cadena de tipo 16.

Nota.— En el Apéndice R del documento GLONASS CDMA ICD Descripción general se proporciona información adicional relativa a un algoritmo adecuado para tal efecto.

3.1.2.2.5 CORRECCIÓN IONOSFÉRICA

3.1.2.2.5.1 La corrección ionosférica para un receptor de frecuencia única se definirá de la forma siguiente:

3.1.2.3 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.1.2.3.1 RECEPTOR

3.1.2.3.1.1 Rerservado.

3.1.2.3.1.2 Seguimiento de satélite. El receptor proporcionará la función de seguimiento continuo de por lo menos cuatro satélites y generará una solución de posición basada en estas mediciones.

3.1.2.3.1.3 Desplazamiento Doppler. El receptor será capaz de compensar los efectos de desplazamiento Doppler dinámico en las mediciones de fase de portadora de señal nominal GLONASS y de código normalizado. El receptor compensará el desplazamiento Doppler que es exclusivo de la aplicación prevista.

3.1.2.3.1.4 Resistencia a interferencia. El receptor satisfará los requisitos de resistencia a interferencias, según lo especificado en 3.7.

3.1.2.3.1.4.1 Interferencia intrasistema. Al recibir una señal de navegación con un canal de frecuencia k = n, la interferencia creada por una señal de navegación con número de canal de frecuencia k = n – 1 o k = n + 1 no será superior a –48 dB respecto a la potencia mínima especificada del satélite en la superficie de la tierra, a condición de que los satélites que transmiten estas señales estén simultáneamente situados en la zona de visibilidad del usuario.

Nota.— La interferencia intrasistema es la característica de correlación mutua de la señal telemétrica pseudoaleatoria respecto al acceso múltiple por distribución de frecuencias.

3.1.2.3.1.4.2 Para las señales CDMA, la interferencia de acceso múltiple se definirá por la característica de correlación mutua de los códigos telemétricos y dependerá del número de símbolos elementales N de los períodos de esos códigos. La potencia de interferencia por acceso múltiple en relación a la potencia de la señal L1OCd no superará el nivel de -30 dB. La potencia de interferencia por acceso múltiple en relación a la potencia de la señal L1OCp no superará el nivel de -36 dB. La potencia de interferencia por acceso múltiple en relación a la potencia de la señal L3OC no superará el nivel de -40 dB.

3.1.2.3.1.5 Aplicación de datos de reloj y de efemérides. El receptor se asegurará de que está utilizando los datos correctos de efemérides y de reloj antes de presentar cualquier solución de posición.

3.1.2.3.1.6 Corrección de segundo de salto. Después de una corrección de segundo de salto en el tiempo GLONASS (véase tb en 3.2.1.3.1), el receptor GLONASS será capaz de lo siguiente:

a) generar series suaves y válidas de mediciones de seudodistancia; y
b) sincronizar de nuevo la marcación de tiempo de cadena de datos sin pérdida de seguimiento de la señal.

3.1.2.3.1.6.1 Después de la corrección de segundos de salto en la hora GLONASS, el receptor GLONASS utilizará la hora UTC de la forma siguiente:

a) utilizará la hora UTC antigua (antes de la corrección) junto con la antigua efeméride (transmitida antes de las 00 horas 00 minutos 00 segundos UTC); y
b) utilizará la hora UTC actualizada junto con la nueva efeméride (transmitida después de 00 horas 00 minutos 00 segundos UTC).

3.1.2.4 HORA

3.1.2.4.1 Para los satélites GLONASS M, el mensaje de navegación contendrá los datos necesarios para relacionar la hora UTC (SU) con la hora UT1. Se mantendrá la hora GLONASS dentro de 1 milisegundo de la hora UTC(SU) después de la corrección respecto a un número entero de horas por características propias del segmento de control GLONASS:

$$| t_{GLONASS} - (UTC + 03 \text{ horas } 00 \text{ minutos}) | < 1 \text{ ms}$$

Los datos de navegación incluirán los datos requeridos para relacionar la hora GLONASS a la hora UTC [mantenida por el Servicio Horario Nacional de Rusia UTC (SU)] dentro de 1 microsegundo.

Nota 1.— Las escalas de tiempo de los satélites GLONASS se comparan periódicamente con la hora central de sincronizador. Las correcciones de escalas de tiempo de los satélites GLONASS relativas a la hora GLONASS y a la hora UTC(SU) se calculan en el complejo de control de base terrestre del GLONASS y se cargan a los satélites dos veces al día.

Nota 2.— No hay ninguna diferencia de segundo entero entre la hora GLONASS y UTC. Se corrige periódicamente la escala de tiempo GLONASS a un número entero de segundos simultáneamente con correcciones UTC que se ejecutan de conformidad con la corrección del Bureau International de l'Heure (corrección de segundo de salto). Se ejecutan estas correcciones a las 00 horas 00 minutos 00 segundos UTC en la medianoche al final de un trimestre.

Después de la corrección de segundos de salto GLONASS la marcación de tiempo dentro del mensaje de navegación modifica su posición (en una escala de tiempo continua), para estar sincronizada con épocas de 2 segundos de la escala de tiempo UTC corregido. Se notifican a los usuarios GLONASS por adelantado estas correcciones previstas. Para los satélites GLONASS-M, la notificación de estas correcciones se proporciona a los usuarios mediante el parámetro del mensaje de navegación KP.

3.1.2.4.2 La exactitud de la sincronización mutua de las escalas de tiempo de los satélites será de 20 nanosegundos (1 sigma) para los satélites GLONASS y de 8 nanosegundos (1 sigma) para los satélites GLONASS-M.

3.1.2.4.3 La corrección de la hora GPS en relación con la hora GLONASS (o la diferencia entre estas escalas de tiempo) radio- difundida por los satélites GLONASS-M, τ_{GPS}, no excederá de 30 nanosegundos (1 sigma).

Nota.— La exactitud de τ_{GPS} (30 ns) se determina por referencia a la señal de adquisición aproximativa GPS SPS y puede perfeccionarse después de que se completen los ensayos del sistema GLONASS utilizando satélites GLONASS-M.

3.1.2.4.4 La hora de la señal la generará y mantendrá un reloj a bordo sobre la base de la frecuencia patrón atómica, se sincronizará con la hora GLONASS y se difundirá en forma de señales de radio de navegación.

Nota 1.— La hora de la señal difiere de la hora del reloj a bordo en el valor de retardo de grupo. Así pues, las correcciones de la hora de la señal en las cadenas de tipo 10, 11 y 12 incluyen valores de retardo de grupo.

Nota 2.— En el documento GLONASS CDMA ICD Descripción general se proporciona información adicional relativa a la hora de la señal.

3.1.2.4.4.1 Los datos de navegación para cualquier señal CDMA del GLONASS contendrán los parámetros estimados del modelo polinómico para relacionar la radiodifusión del tiempo en esta señal con el tiempo del GLONASS, así como para relacionar un componente piloto de esta señal con su componente de datos.

3.1.2.4.4.2 Cuando se corrige el tiempo del GLONASS por ±1s durante las correcciones de segundos intercalares programadas de UTC (SU), la corrección simultánea de la hora de la señal para todos los satélites se llevará a cabo mediante el cambio de la marcación de la hora de la secuencia de impulsos que representa los segundos.

Nota. — Los datos de navegación sirven para avisar a los usuarios con antelación del día y el signo de la corrección.

3.1.2.5 SISTEMA DE COORDENADAS

3.1.2.5.1 PZ-90 (Parámetros de elipsoide terrenal común y campo gravitacional de la Tierra 1990). La efemérides de radio- difusión GLONASS describirá una posición del centro de fase de la antena transmisora y de un satélite determinado en el marco de referencia centrado y fijo respecto a la Tierra PZ-90.

3.1.2.5.2 CONVERSIÓN ENTRE PZ-90 Y WGS-84

3.1.2.5.2.1 Deberán utilizarse los parámetros de conversión siguientes para obtener las coordenadas de posición en WGS-84 (Versión G1674) a partir de las coordenadas de posición en PZ-90 (Versión PZ-90.11):

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{WGS-84} = \begin{pmatrix} 1 & 0.0097 \times 10^{-9} & 0{,}2036 \times 10^{-9} \\ -0.0097 \times 10^{-9} & 1 & 0{,}0921 \times 10^{-9} \\ -0.2036 \times 10^{-9} & 0{,}0921 \times 10^{-9} & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{PZ-90} + \begin{pmatrix} 0.003 \\ 0.001 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Nota 1.— X, Y y Z se expresan en metros. La diferencia entre las versiones WGS-84 (G1674) y PZ-90 (PZ-90.11) no es significativa con respecto a los requisitos operacionales.

3.3 Uso combinado del GPS y GLONAS

3.3.1 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.3.1.1 Receptor GNSS combinado. El receptor GNSS combinado procesará las señales del GPS y del GLONASS de conformidad con los requisitos especificados en 3.1.3.1, receptor GPS (GNSS) y 3.2.3.1 receptor GLONASS (GNSS).

3.3.1.1.1 Resistencia a interferencias. El receptor GNSS combinado satisfará los requisitos particulares del GPS y del GLONASS especificados en 3.7.

3.3.1.2 Antenas. Se recibirán las señales del GPS y GLONASS en una o más antenas.

3.3.1.3 Conversión entre sistemas de coordenadas. La información sobre posición proporcionada por un receptor GPS y GLONASS combinado se expresará en las coordenadas de tierra WGS-84.

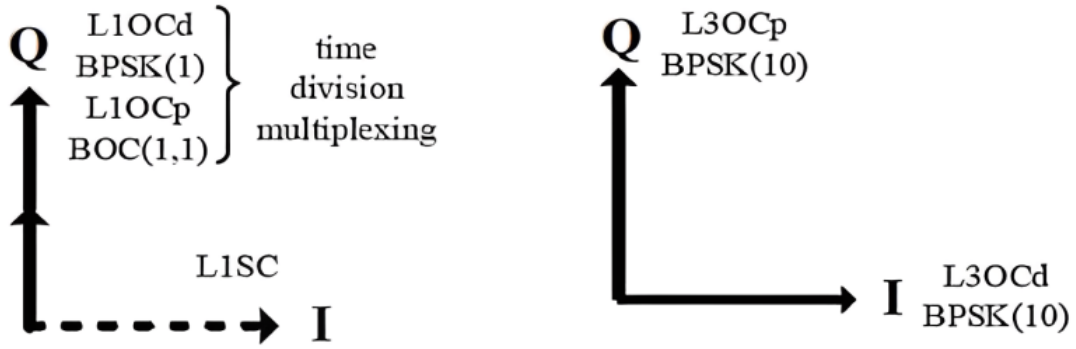


Figura B-7A. Estructura de las señales L1OC y L3OC

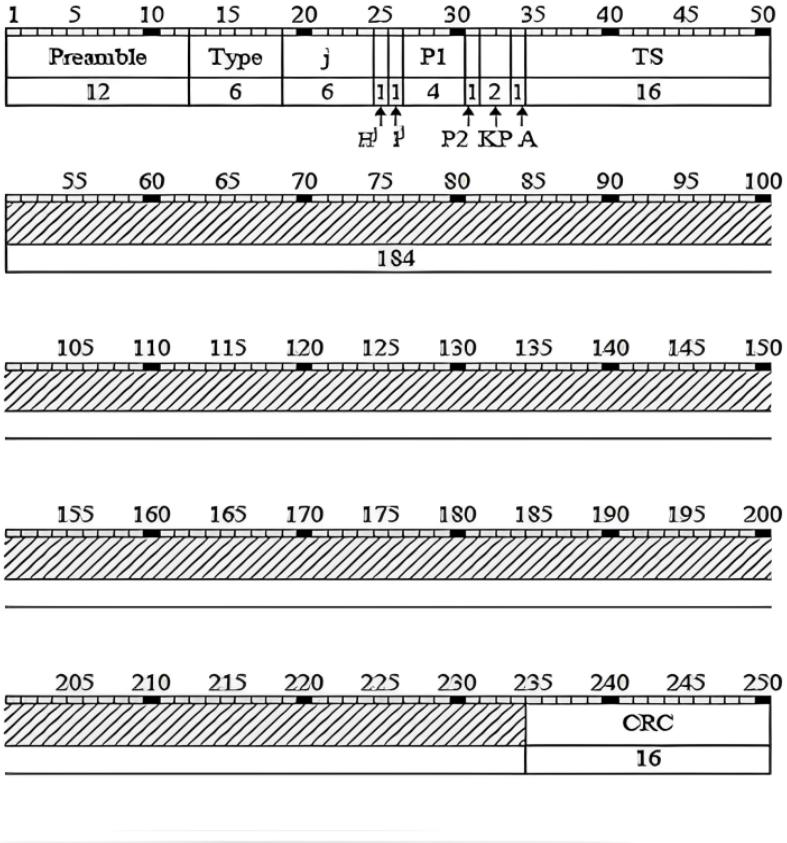


Figura B-7B. Estructura general de la cadena de datos L1OCd

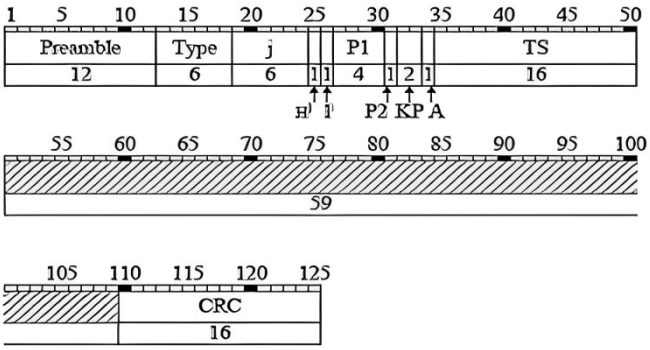


Figura B-7C. Cadena de datos L1OCd anómala de tipo 1

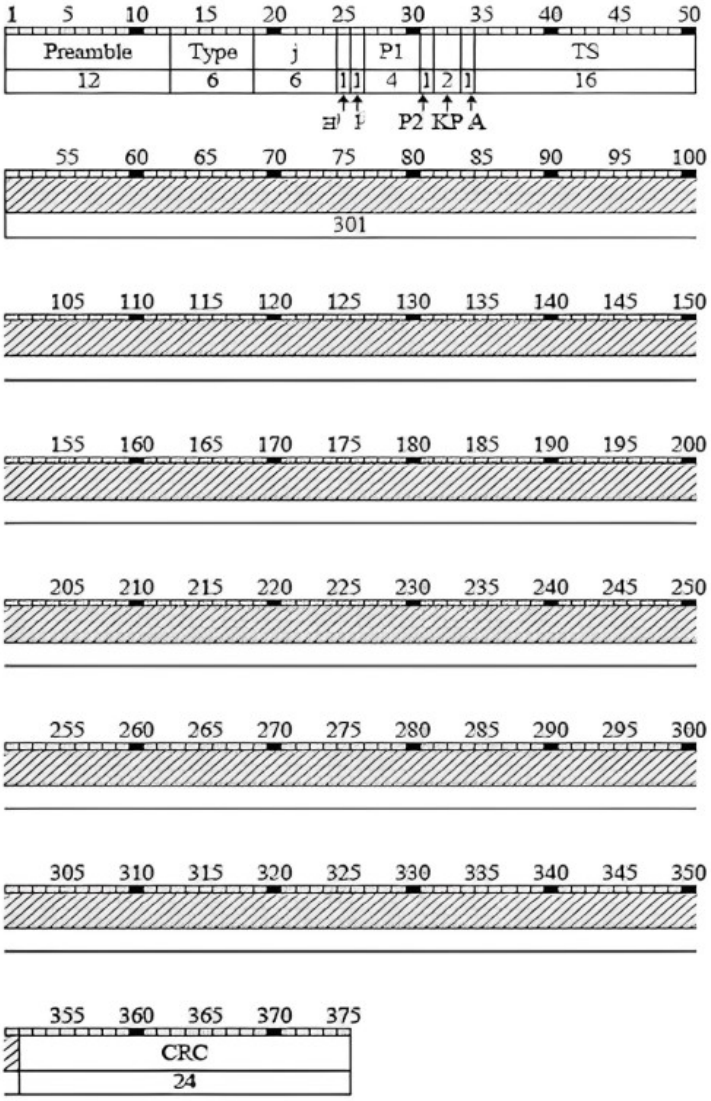


Figura B-7D. Cadena de datos L1OCd anómala de tipo 2

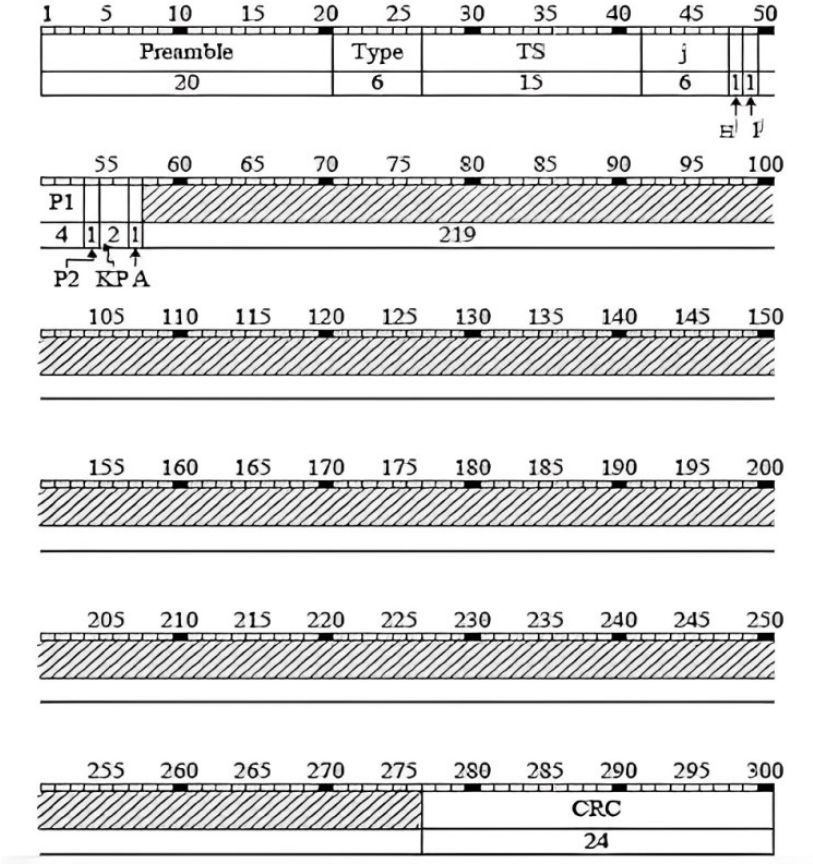


Figura B-8A. Estructura general de la cadena de datos L3OCd

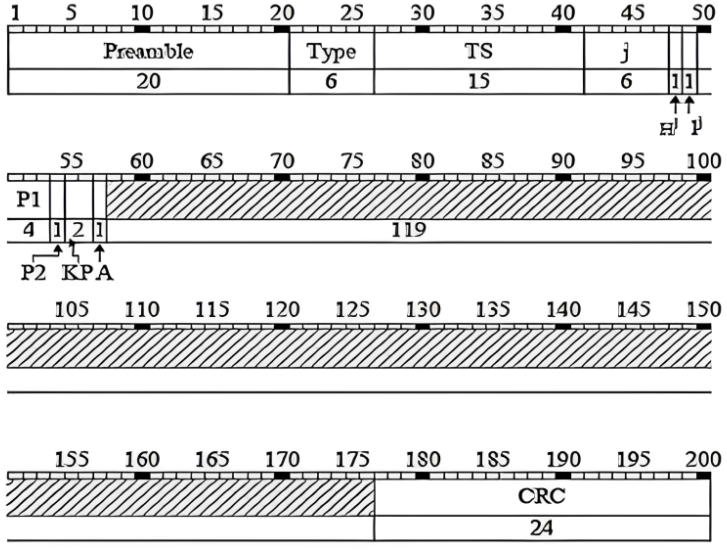


Figura B-8B. Cadena de datos L3OCd anómala de tipo 1

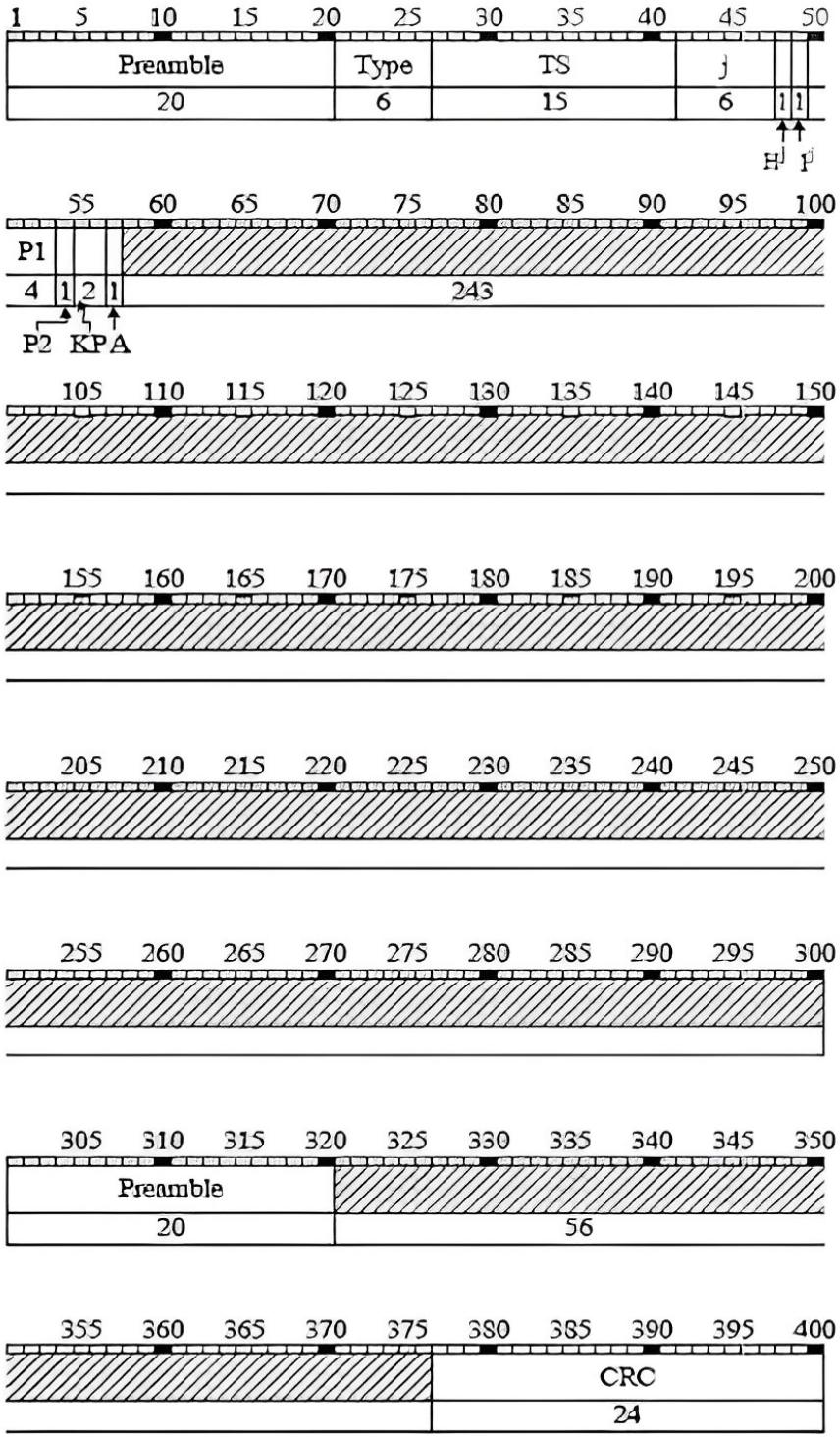


Figura B-8C. Cadena de datos L3OCd anómala de tipo 2

3.1.3 Servicio abierto de Galileo (OS de Galileo)

3.1.3.1. ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE

3.1.3.1.1 CARACTERÍSTICAS RF DE GALILEO

3.1.3.1.1.1 Requisitos comunes de E1 y E5

3.1.3.1.1.1.1 Ruido de fase de la portadora. La densidad espectral de ruido de fase de la portadora no modulada en E5 y E1 será tal que un bucle de enganche de fase de segundo orden con una anchura de banda de ruido unilateral de 10 Hz sea capaz de seguir la portadora con una precisión de media cuadrática (RMS) de 0,04 radianes.

3.1.3.1.1.1.2 Emisiones no esenciales. Las emisiones no esenciales en la banda estarán por lo menos 35 dB por debajo de las portadoras E1 y E5 no moduladas en toda la anchura de banda por canal atribuida.

3.1.3.1.1.1.3 Pérdida de correlación. La pérdida de la potencia de la señal recuperada debido a imperfecciones en la modulación de la señal y en la distorsión de forma de onda no excederá de 0,6 dB para cada señal (E1, E5a y E5b).

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

3.1.3.1.1.1.4 Coherencia de código/datos. El borde de cada símbolo de datos se alineará con el borde del chip de código telemétrico correspondiente. El inicio del código telemétrico periódico se alineará con el inicio de un símbolo de datos. El borde de cada chip de código secundario se alineará con el borde del chip de un código telemétrico primario. El inicio de un chip de código primario se alineará con el inicio de un chip de código secundario.

3.1.3.1.1.2 Características RF de E1

3.1.3.1.1.2.1 Componentes de la señal E1. La señal E1 constará de dos componentes de señal: un componente de datos de navegación E1-B con una velocidad de símbolos de datos de navegación de 250 símbolos por segundo y un componente piloto E1-C.

3.1.3.1.1.2.2 División de potencia de la señal E1. La potencia de la señal E1 se dividirá por igual entre los componentes de señal E1-B y E1-C.

3.1.3.1.1.2.3 Código telemétrico de E1-B (C_{E1-B}). El código telemétrico de E1-B será un código telemétrico de 1,023 megachips por segundo que se repetirá cada 4 milisegundos, derivado de un código telemétrico primario de 4 092 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos de E1-B.

3.1.3.1.1.2.4 Código telemétrico de E1-C (C_{E1-C}). El código telemétrico de E1-C será un código telemétrico de 1,023 megachips por segundo que se repetirá cada 100 milisegundos, derivado de la adición Módulo 2 de un código telemétrico primario de 4 092 chips y un código secundario de 25 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos E1-C.

3.1.3.1.1.2.5 Generación del componente de datos E1-B. El componente de datos E1-B se generará a partir del tren de datos de navegación de E1 (D_{E1-B}) y el código telemétrico de E1-B (C_{E1-B}), modulado con dos subportadoras CBOC en fase de 1,023 MHz y 6,138 MHz, respectivamente, como se muestra en la Figura GAL-1.

Nota.— El componente sin subportadora del componente de datos de navegación de E1 —es decir, antes de la modulación CBOC— se denota como $_{eE1-B}$. En el documento Galileo OS SIS ICD, 2.3.3, se proporciona más información sobre la generación de e_{E1-B}.

3.1.3.1.1.2.6 Generación del componente piloto E1-C. El componente piloto E1-C se generará a partir del código telemétrico de E1-C (C_{E1-C}) modulado con dos subportadoras CBOC en antifase de 1,023 MHz y 6,138 MHz, respectivamente, como se muestra en la Figura GAL-1.

Nota.— El componente sin subportadora del componente piloto de E1 —es decir, antes de la modulación CBOC— se denota como eE1-C. En el documento Galileo OS SIS ICD, 2.3.3, se proporciona más información sobre la generación de eE1-C.

3.1.3.1.1.2.7 Modulación de la señal E1. La señal binaria compuesta E1-B/C se generará a partir de la modulación CBOC de los componentes de señal binaria, e_{E1-B} y e_{E1-C}, y las subportadoras, como se ilustra en la Figura GAL-1.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 2.3.3, se proporciona más información sobre la generación de E1-B/C

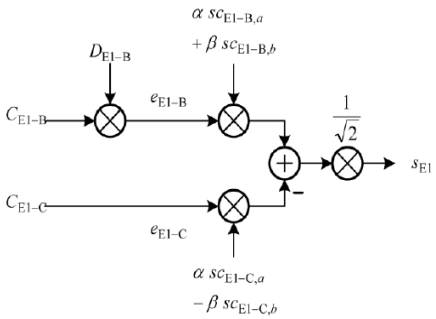


Figura GAL-1. Esquema de modulación CBOC de la señal E1

3.1.3.1.1.3 Características RF de E5a y E5b

3.1.3.1.1.3.1 Componentes de la señal E5a. La señal E5a constará de dos componentes de señal: un componente de datos de navegación E5a-I con una velocidad de símbolos de datos de navegación de 50 símbolos por segundo y un componente piloto E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.2 División de potencia de la señal E5a. La potencia de la señal E5a se dividirá por igual entre los componentes E5a-I y E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.3 Código telemétrico de E5a-I (C_{E5a-I}). La secuencia de código telemétrico de E5a-I será un código telemétrico de 10,230 megachips por segundo que se repetirá cada 20 milisegundos, derivado de la adición Módulo 2 de un código telemétrico primario de 10 230 chips y un código secundario de 20 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos de E5a-I.

3.1.3.1.1.3.4 Código telemétrico de E5a-Q (C_{E5a-Q}). El código telemétrico de E5a-Q será un código telemétrico de 10,230 megachips por segundo que se repetirá cada 100 milisegundos, derivado de la adición Módulo 2 de un código telemétrico primario de 10 230 chips y un código secundario de 100 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos de E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.5 Generación del componente de datos E5a-I. El componente de datos de E5a se generará a partir del tren de datos de navegación de E5a (D_{E5a-I}) y el código telemétrico de E5a-I (C_{E5a-I}).
Nota.— El componente sin subportadora del componente de datos de navegación de E5a —es decir, antes de la modulación AltBOC— se denota como e_{E5a-I}.

3.1.3.1.1.3.6 Generación del componente piloto E5a-Q. El componente piloto de E5a se generará a partir del código telemétrico de E5a-Q (C_{E5a-Q}).

Nota.— El componente sin subportadora del componente piloto de E5a —es decir, antes de la modulación AltBOC— se denota como e_{E5a-Q}.

3.1.3.1.1.3.7 Componentes de la señal E5b. La señal E5b constará de dos componentes de señal: un componente de datos de navegación E5b-I con una velocidad de símbolos de datos de navegación de 250 símbolos por segundo y un componente piloto E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.8 División de potencia de la señal E5b. La potencia de la señal E5b se dividirá por igual entre los componentes E5b-I y E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.9 Código telemétrico de E5b-I (C_{E5b-I}). El código telemétrico de E5b-I será un código telemétrico de 10,230 megachips por segundo que se repetirá cada 4 milisegundos, derivado de la adición Módulo 2 de un código telemétrico primario de 10 230 chips y un código secundario de 4 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos de E5b-I.

3.1.3.1.1.3.10 Código telemétrico de E5b-Q (C_{E5b-Q}). El código telemétrico de E5b-Q será un código telemétrico de 10,230 megachips por segundo que se repetirá cada 100 milisegundos, derivado de la adición Módulo 2 de un código telemétrico primario de 10 230 chips y un código secundario de 100 chips.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulo 3 y Anexo C, se proporciona más información sobre los códigos telemétricos de E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.11 Generación del componente de datos E5b-I. El componente de datos de E5b se generará a partir del tren de datos de navegación (D_{E5b-I}) y el código telemétrico (C_{E5b-I}) de E5b.

Nota.— El componente sin subportadora del componente de datos de navegación de E5b —es decir, antes de la modulación AltBOC— se denota como e_{E5b-I}.

3.1.3.1.1.3.12 Generación del componente piloto E5b-Q. El componente piloto de E5b se generará a partir del código telemétrico (C_{E5b-Q}).

Nota.— El componente sin subportadora del componente piloto de E5b —es decir, antes de la modulación AltBOC— se denota como e_{E5b-Q}.

3.1.3.1.1.3.13 Modulación de la señal E5. La señal E5 de banda ancha se generará mediante la modulación AltBOC de una subportadora de banda lateral de 15,345 MHz (15 × 1,023 MHz) con los componentes de señal binaria e_{E5a-I}, e_{E5a-Q}, e_{E5b-I} and eE5b-Q, como se ilustra en la Figura GAL-2.

Nota 1.— Las señales E5a y E5b pueden ser procesadas de manera independiente por el receptor del usuario como si fueran dos señales QPSK separadas con una frecuencia portadora de 1176,45 MHz y 1207,14 MHz, respectivamente.

Nota 2.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 2.3.1, se proporciona más información sobre la generación de E5.

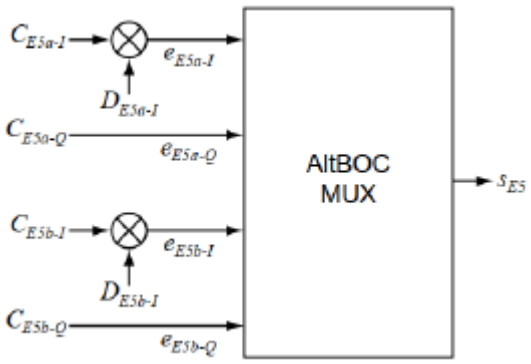


Figura GAL-2. Esquema de modulación AltBOC de la señal E5

3.1.3.1.1.4 Asignación de códigos a satélites 3.1.3.1.1.4.1 Asignación de código telemétrico primario a satélites. El número n de código primario de E5a-I, E5a-Q, E1-B y E1-C se asignará al número n de identificación de vehículo espacial (SVID) (donde n=1 a 36).

3.1.3.1.1.4.2 Asignación de código telemétrico secundario a satélites. El código secundario de E5a-Q se asignará en función del número n de SVID (donde n=1 a 36). Los códigos secundarios de E5a-I y E1-C serán constantes, independientemente del SVID.

3.1.3.1.2 ESTRUCTURA DE DATOS

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD se proporciona más información sobre la estructura de datos.

3.1.3.1.2.1 Características del mensaje de E5a-I (F/NAV)

3.1.3.1.2.1.1 El mensaje de E5a-I se transmitirá como una secuencia de tramas, como se indica en la Figura GAL-3. El período de cada trama será de 600 segundos. Cada trama comprenderá 12 subtramas de un período de 50 segundos por subtrama. Cada subtrama comprenderá cinco páginas de un período de 10 segundos por página.

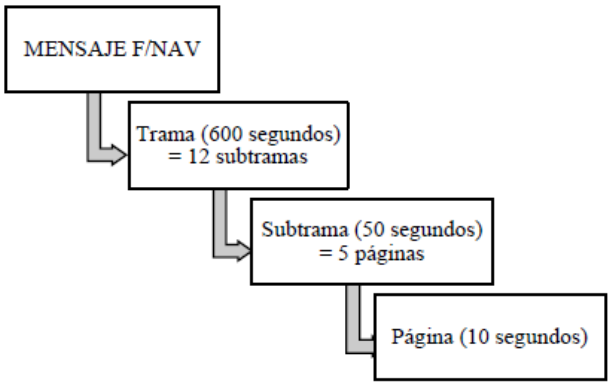


Figura GAL-3. Estructura del mensaje F/NAV

3.1.3.1.2.1.2 Estructura de página. Cada estructura de página comprenderá los elementos siguientes estructurados como se indica en la Tabla GAL-1:

- 12 símbolos del bloque de sincronización
- 488 símbolos entrelazados del bloque del mensaje

Tabla GAL-1. Disposición de la página F/NAV

Sinc.	Símbolos F/NAV
12	488

Total (símbolos)
500

Palabra F/NAV (bits)			Cola (bits)
Tipo de página	Datos de nav.	CRC	
6	208	24	6

Total (bits)
244

3.1.3.1.2.1.3 Bloque de sincronización. El primer elemento de cada página será una secuencia de sincronización de 12 símbolos. La secuencia de sincronización será “101101110000”, con el MSB transmitido en primer lugar, y se añadirá al principio del campo de 488 símbolos entrelazados del bloque del mensaje después del procedimiento de entrelazado descrito en 3.1.3.1.2.1.6.

3.1.3.1.2.1.4 Palabra del mensaje F/NAV. La palabra del mensaje comprenderá 244 bits que consistirán en un tipo de página de 6 bits, un campo de datos de 208 bits, una CRC de 24 bits y un campo de cola de 6 bits. El campo de cola de 6 bits será “000000”.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD se proporciona más información sobre las palabras del mensaje.

3.1.3.1.2.1.5 Codificación de la FEC del mensaje F/NAV. El tren de datos de 25 bits por segundo se codificará a una velocidad de transmisión de dos símbolos por bit mediante un código convolucional limitado a una longitud de siete a fin de generar 50 símbolos por segundo. La disposición lógica del codificador convolucional será según lo ilustrado en la Figura GAL-4, con la salida G1 seleccionada para la primera mitad de cada período de bits de datos de 40 milisegundos, que da como resultado 488 símbolos por página, donde S1 es el primer símbolo y S488 es el último símbolo.

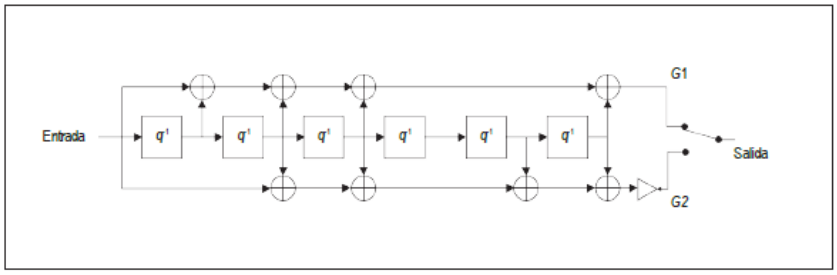


Figura GAL-4. Esquema de codificación convolucional del mensaje F/NAV

3.1.3.1.2.1.6 Procedimiento de entrelazado de E5a-I. Los símbolos del bloque del mensaje de E5a-I se entrelazarán mediante una matriz de 61 columnas y 8 filas, donde cada entrada es un símbolo. Los símbolos del bloque del mensaje se escribirán en cada columna y se ordenarán para su transmisión, fila por fila, empezando por la esquina superior izquierda de la matriz, como se indica en la Tabla GAL-2.

Tabla GAL-2. Matriz de entrelazado de E5a-I

Columnas→ Filas ↓	C_1	C_2	C_3	…	C_{60}	C_{61}
R_1	S_1	S_9	S_{17}	…	S_{473}	S_{481}
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S_{474}	S_{482}
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S_{475}	S_{483}
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S_{479}	S_{487}
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S_{480}	S_{488}

3.1.3.1.2.2 Características del mensaje de E1-B (I/NAV)

3.1.3.1.2.2.1 El mensaje de E1-B se transmitirá como una secuencia de tramas, como se indica en la Figura GAL-5. El período de cada trama será de 720 segundos. Cada trama comprenderá 24 subtramas de un período de 30 segundos por subtrama. Cada subtrama comprenderá 15 páginas nominales de un período de 2 segundos por página. Cada página comprenderá dos subpáginas de un período de un segundo cada una.

Nota 1.— Las dos subpáginas de una página se conocen como página par y página impar.

Nota 2.— La estructura del mensaje I/NAV se presenta en la Figura GAL-5.

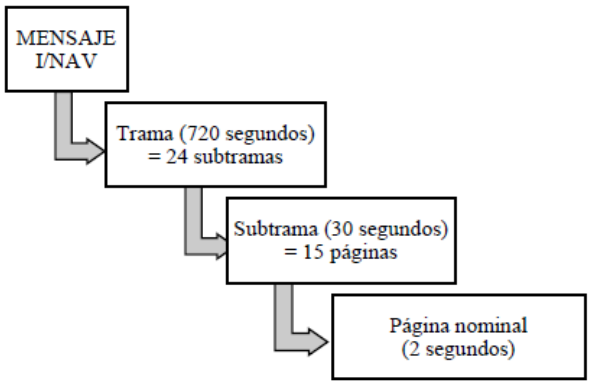


Figura GAL-5. Estructura del mensaje I/NAV

3.1.3.1.2.2.2 Tipo de página. Habrá dos tipos de páginas: una página nominal y una página de alerta. La página nominal contendrá la palabra de datos nominal. Nota.— La página de alerta está reservada para aplicaciones futuras.

3.1.3.1.2.2.3 Página nominal. Una página nominal constará de dos partes (par e impar) transmitidas en secuencia en la misma frecuencia y se estructurará como se indica en la Tabla GAL-4. La página nominal contendrá 240 bits: los primeros 120 bits estarán en la subpágina nominal par y los segundos 120 bits, en la subpágina nominal impar.

3.1.3.1.2.2.4 Palabra de datos nominal. La palabra de datos nominal de E1-B contendrá 128 bits que consistirán en un tipo de palabra de 6 bits y un campo de datos de 122 bits.

3.1.3.1.2.2.5 Estructura de la subpágina. Cada estructura de subpágina comprenderá los elementos siguientes estructurados como se indica en la Tabla GAL-3:

a) 10 símbolos del bloque de sincronización; y
b) b) 240 símbolos entrelazados del bloque del mensaje.

Tabla GAL-3. Disposición de la subpágina I/NAV

Sinc.	Símbolos de la subpágina I/NAV (par o impar)	Total (símbolos)
10	240	250

Bits de la subpágina I/NAV (par o impar)	Cola (bits)	Total (bits)
114	6	120

3.1.3.1.2.2.6 Bloque de sincronización. El primer elemento de cada subpágina será una secuencia de sincronización de 10 símbolos. La secuencia de sincronización será “0101100000”, con el MSB transmitido en primer lugar, y se añadirá al principio del campo de 240 símbolos entrelazados del bloque del mensaje después del procedimiento de entrelazado descrito en 3.1.3.1.2.2.10.

3.1.3.1.2.2.7 Subpágina par. La subpágina par contendrá un bit que denotará la parte (par o impar) de la subpágina que se transmite, un bit de tipo para indicar que se trata de una página nominal, los primeros 112 bits de la palabra de datos nominal y un campo de cola de 6 bits, como se indica en la Tabla GAL-4. El campo de cola será “000000”.

3.1.3.1.2.2.8 Subpágina impar. La subpágina impar contendrá un bit que denotará la parte (par o impar) de la subpágina que se transmite, un bit de tipo para indicar que se trata de una página nominal, los 16 últimos bits de la palabra de datos nominal, un campo “reservado 1” de 40 bits, 22 bits para datos de búsqueda y salvamento (SAR), un campo extra de 2 bits, una CRC de 24 bits, un campo “reservado 2” de 8 bits y un campo de cola de 6 bits, como se indica en la Tabla GAL-4. El campo de cola será “000000”.

Nota.— Galileo proporciona prestaciones mejoradas de localización y llamada de socorro para la prestación de un servicio SAR interoperable con el sistema COSPAS – SARSAT. El servicio SAR de Galileo está fuera del alcance del Anexo 10.

Tabla GAL-4. Página nominal I/NAV con asignación de bits

E1-B									
Par/impar=1	Tipo de página=0	Palabra de datos (2/2)	Reservado 1	SAR	Extra	CRC	Reservado 2	Cola	Total (bits)
1	1	16	40	22	2	24	8	6	120

Par/impar=0	Tipo de página=0	Palabra de datos (1/2)	Cola	Total (bits)
1	1	112	6	120

Nota 1.— El campo par/impar (1 bit) indica la parte de la página (0=par/1=impar) que se radiodifunde.

Nota 2.— El campo del tipo de página (1 bit) igual a 0 indica el tipo de página nominal.

Nota 3.— El campo de datos comprende una palabra de datos nominal (descrita en 3.1.3.1.2.2.4) de 128 bits [que consta de 112 bits de datos (1/2) y 16 bits de datos (2/2)]

3.1.3.1.2.2.9 Codificación de la FEC del mensaje I/NAV. Los datos de 125 bits por segundo en las subpáginas par e impar se codificarán a una velocidad de transmisión de dos símbolos por bit mediante un código convolucional limitado a una longitud de siete a fin de generar 250 símbolos por segundo. La disposición lógica del codificador convolucional será según lo ilustrado en la Figura GAL-6, con la salida G1 seleccionada para la primera mitad de cada período de bits de datos de 8 milisegundos que da como resultado 240 símbolos por página, donde S1 es el primer símbolo y S240 es el último símbolo.

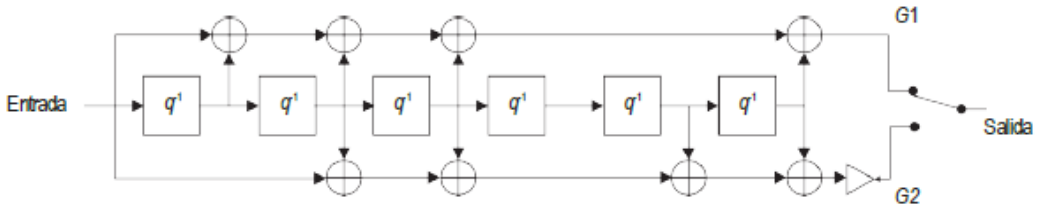


Figura GAL-6. Esquema de codificación convolucional

3.1.3.1.2.2.10 Procedimiento de entrelazado de E1-B. Los símbolos del bloque del mensaje de E1-B se entrelazarán mediante una matriz de 30 columnas y ocho filas, donde cada entrada es un símbolo. Los símbolos del bloque del mensaje se escribirán en cada columna y se ordenarán para su transmisión, fila por fila, empezando por la esquina superior izquierda de la matriz, como se indica en la Tabla GAL-5.

Tabla GAL-5. Matriz de entrelazado de E1-B

Columnas→ Filas ↓	C_1	C_2	C_3	…	C_{29}	C_{30}
R_1	S_1	S_9	S_{17}	…	S_{225}	S_{233}
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S_{226}	S_{234}
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S_{227}	S_{235}
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S_{231}	S_{239}
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S_{232}	S_{240}

3.1.3.1.2.2.11 Secuencia de transmisión de páginas nominales en E1. Las páginas se transmitirán en E1-B de tal manera que la subpágina par de cualquier palabra se transmitirá antes de la subpágina impar de la misma palabra.

3.1.3.1.3 CONTENIDO DE DATOS

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, Capítulos 4 y 5, se proporciona más información sobre el contenido y los parámetros de los datos de navegación del servicio abierto de Galileo.

3.1.3.1.3.1 El contenido de los tipos de página del mensaje F/NAV de E5a-I será como se indica en la Tabla B-36.

Nota 1.— Las subtramas con numeración impar contienen el tipo de página 5 y las subtramas con numeración par contienen el tipo de página 6, lo cual permite la transmisión de los almanaques para tres satélites en dos subtramas sucesivas (100 segundos)

Nota 2.— El parámetro k designa el "número de satélite 1", k+1 designa el "número de satélite 2", etc. No es un parámetro de datos de navegación. k es establecido por el sistema de control de Galileo. La disposición de la trama completa del mensaje F/NAV (12 subtramas) puede transmitir los almanaques para 18 satélites, secuenciados como se indica en el documento Galileo OS SIS ICD, 4.2.3.

Nota 3.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 4.2.4, se proporciona más información sobre la asignación de bits de los distintos tipos de página del mensaje F/NAV.

Tabla GAL-6. Contenido de los tipos de página del mensaje F/NAV de E5a-I

	Tipo de página	Contenido de la página
Subtrama impar	1	IODnav, SVID, corrección del reloj, índice de exactitud de la SIS (SISA), corrección ionosférica, retardo de grupo radiodifundido (BGD), estado de funcionalidad de la señal (SHS), tiempo del sistema Galileo (GST) y estado de validez de los datos (DVS)
	2	IODnav, efemérides (1/3) y GST
	3	IODnav, efemérides (2/3) y GST
	4	IODnav, efemérides (3/3), conversión GST-UTC, conversión GST-GPS y hora de la semana (TOW)
	5	5 IODa, número de semana de almanaque, hora de referencia de almanaque, almanaque para el satélite k+3(n-1)/2 y almanaque para el satélite (k+1)+3(n-1)/2 parte 1; donde n es el número de la subtrama
Subtrama par	1	IODnav, SVID, corrección del reloj, SISA, corrección ionosférica, BGD, SHS, GST y DVS
	2	IODnav, efemérides (1/3) y GST
	3	IODnav, efemérides (2/3) y GST
	4	IODnav, efemérides (3/3), conversión GST-UTC, conversión GST-GPS y TOW
	6	IODa, almanaque para el satélite (k+1)+3(n-2)/2 parte 2 y almanaque para el satélite (k+2)+3(n-2)/2; donde n es el número de la subtrama

3.1.3.1.3.2 El contenido de los tipos de palabra del mensaje I/NAV de E1-B será como se indica en la Tabla GAL-7.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 4.3.3, se proporciona más información sobre la disposición de la subtrama nominal del mensaje I/NAV.

Nota 2.— El parámetro k cambia cada dos subtramas (es decir, las subtramas 1 y 2 tienen el mismo parámetro k, las subtramas 3 y 4 tienen el siguiente, etc.). La disposición de la trama completa del mensaje I/NAV (24 subtramas) puede transmitir los almanaques para 36

Nota 3.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 4.3.5, se proporciona más información sobre la asignación de bits de los distintos tipos de palabra I/NAV.

Tabla GAL-7. Contenido de los tipos de palabra del mensaje I/NAV de E1-B

Tipo de palabra	Contenido de la palabra
0	Palabra extra
1	IODnav y efemérides (1/4)
2	IODnav y efemérides (2/4)
3	IODnav y efemérides (3/4)
4	IODnav, SVID, efemérides (4/4) y corrección del reloj
5	Corrección ionosférica, BGD, SHS, GST y DVS
6	Conversión GST-UTC y TOW
7	IODa, almanaque para el satélite k (parte 1), hora de referencia de almanaque y número de semana de referencia de almanaque
8	IODa, almanaque para el satélite k (parte 2) y el satélite k+1 (parte 1)
9	IODa, hora de referencia de almanaque, número de semana de referencia de almanaque, almanaque para el satélite k+1 (parte 2) y para el satélite k+2 (parte 1)
10	IODa, almanaque para el satélite k+2 (parte 2) y parámetros de conversión GST-GPS
16	Parámetros reducidos de datos de reloj y efemérides (CED)*
17,18,19,20	FEC2 de Reed-Solomon para los datos de reloj y efemérides (CED)*
22	Mensaje de apoyo a la integridad (ISM)**

3.1.3.1.3.3 Los parámetros de efemérides se proporcionarán tanto en los mensajes I/NAV como F/NAV transmitidos por cada satélite de Galileo. Se aplicará una sola efemérides a todas las señales de un satélite determinado.

Nota. — La efemérides se calcula con respecto al centro de fase aparente de la antena común a cada frecuencia.

3.1.3.1.3.4 El estado de la SIS del servicio abierto de Galileo adoptará uno de los tres valores siguientes:

- SIS funcional: la SIS debería cumplir los requisitos de rendimiento mínimos.
- SIS disfuncional: la SIS está fuera de servicio o en prueba.
- SIS marginal: la SIS no se encuentra en ninguna de las dos condiciones anteriores.

3.1.3.1.3.4.1 El estado de la SIS se codificará en el mensaje de navegación mediante tres banderas de estado de la SIS: la bandera del estado de funcionalidad de la señal (SHS), la bandera del estado de validez de los datos (DVS) y el índice de exactitud de la SIS (SISA).

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 5.1.9.3 y 5.1.12, se proporciona más información sobre la posición de las banderas de estado de la SIS de Galileo en el mensaje de navegación.

3.1.3.1.3.4.2 SISA. El SISA se atribuirá como se indica en la Tabla GAL-8.

Tabla GAL-8. Índice SISA

SISA	Valor de exactitud de la SIS (m)
0 a 49	0 a 49 0 m a 0,49 m con una resolución de 1 cm
50 a 74	0,50 m a 0,98 m con una resolución de 2 cm
75 a 99	1,00 m a 1,96 m con una resolución de 4 cm
100 a 125	2,00 m a 6,00 m con una resolución de 16 cm
126 a 254	Extra
255	Sin predicción de exactitud disponible (NAPA

3.1.3.1.3.4.3 El SISA se codificará como se indica en la Tabla GAL-9.

Tabla GAL-9. Parámetros SISA

Parámetro	Definición	BITS	Factor de escala	Unidades
SISA (E1, E5a)	Índice de precisión de la SIS para la doble frecuencia E1-E5a	8	N/A	Adimensional
SISA (E1, E5b)	Índice de precisión de la SIS para la doble frecuencia E1-E5b	8	N/A	Adimensional

3.1.3.1.3.4.4 Estado de funcionalidad de la señal (SHS). El índice del SHS se codificará de acuerdo con los valores indicados en la Tabla GAL-10.

Tabla GAL-10. Índice del estado de funcionalidad de la señal

Índice de la SHS	Definición del estado de la señal
0	Señal satisfactoria
1	Señal fuera de servicio
2	Señal estará fuera de servicio
3	Señal en modo de prueba

3.1.3.1.3.4.5 Estado de validez de los datos (DVS). El índice del DVS se codificará de acuerdo con los valores indicados en la Tabla GAL-11.

Tabla GAL-11. Índice del estado de validez de los datos

Índice del estado de validez de los datos	Definición del estado de la señal
0	Datos de navegación válidos (NDV)
1	Funcionamiento sin garantía (WWG)

3.1.3.1.3.4.6 La correspondencia entre los valores de las banderas de estado de la SIS se presenta en la Tabla GAL-12.

Tabla GAL-12. Correspondencia entre el estado de la SIS del servicio abierto de Galileo y las banderas de estado de la SIS

Estado de la SIS	Mensaje ficticio	Banderas de la SIS		
		SHS	DVS	SISA
Funcional	NO	Satisfactoria	NDV	No NAPA
Disfuncional	NO	Fuera de servicio	Cualquier valor	Cualquier valor
	NO	En modo de prueba	Cualquier valor	Cualquier valor
	SI	N/A	N/A	N/A
Marginal	NO	Satisfactoria	WWG	Cualquier valor
	NO	Satisfactoria	Cualquier valor	NAPA
	NO	Estará fuera de servicio	Cualquier valor	Cualquier valor

Nota.— En el Documento de definición de servicios del Servicio abierto del GNSS europeo (Galileo)[en inglés, European GNSS (Galileo) Open Service Definition Document], versión 1.1 de mayo de 2019 (en adelante, “Galileo OS SDD”) se proporciona más información sobre las banderas de Galileo.

3.1.3.1.3.5 Almanaque. Los mensajes F/NAV e I/NAV incluirán los datos de almanaque de una constelación de hasta 36 satélites. Los datos de almanaque serán un subconjunto de precisión reducida de los parámetros de reloj y de efemérides de los satélites activos de Galileo en órbita. Asimismo, se proporcionará un estado pronosticado de funcionalidad del satélite de cada uno de estos satélites, ofreciendo indicaciones del estado de los componentes de señal y los datos de navegación del satélite.

3.1.3.1.3.6 Mensajes ficticios. Si no se pueden transmitir datos F/NAV o I/NAV válidos, el satélite transmitirá una página ficticia con un ID de mensaje de 63 en las señales F/NAV o I/ NAV respectivas.

Nota.— En el documento Galileo OS SIS ICD, 4.2.5 y 4.3.6, se proporciona más información sobre la página ficticia.

3.1.3.1.3.7 Expedición de datos (IOD). El satélite de Galileo radiodifundirá los parámetros de navegación en conjuntos de datos. Cada conjunto de datos de navegación radiodifundido por un satélite de Galileo se identificará mediante un valor IOD.

Nota.— Se definen dos IOD independientes para la efemérides, los parámetros de corrección del reloj de satélite y el SISA (“IODnav”) y los almanaques (“IODa”).

3.1.3.1.3.7.1 El valor IODnav radiodifundido por un satélite de Galileo en un conjunto de datos de navegación (efemérides y corrección del reloj) será único con respecto a cualquier otro valor IODnav radiodifundido por el mismo satélite de Galileo durante los 240 minutos anteriores.

3.1.3.1.3.8 Tiempo de validez de los datos de navegación. En las operaciones nominales, cada conjunto de datos de mensaje de navegación será sustituido antes de expirar a las cuatro horas por la radiodifusión de un nuevo conjunto de datos de mensaje de navegación.

Nota.— El período nominal de actualización de las efemérides y la corrección del reloj oscila entre 10 minutos y tres horas.

3.1.3.1.3.9 Hora de la semana (TOW) de Galileo. La TOW abarcará una semana entera de 0 a 604 799 segundos y se pondrá a cero al final de cada semana.

Nota.— La TOW se define como el número de segundos transcurridos desde la transición desde la semana anterior.

3.1.3.1.3.10 Número de semana (WN) de Galileo. El WN comprenderá 12 bits, que abarcan 4 096 semanas. El contador se pondrá a cero para cubrir un período adicional (Módulo 4 096).

Nota.— El WN es un contador en números enteros que proporciona el número secuencial de semana a partir de la época de inicio del GST.

3.1.3.2 DEFINICIÓN DE LOS PROTOCOLOS PARA LA APLICACIÓN DE DATOS

3.1.3.2.1 Algoritmo de verificación de paridad. Para los datos F/NAV e I/NAV, se generará un CRC de 24 bits a partir del polinomio generador G(X) siguiente:

$$G(X)=(1+X)P(X)$$

donde

$$P(X)= X^{23}+X^{17}+X^{13}+X^{12}+X^{11}+X^{9}+X^{8}+X^{7}+X^{5}+X^{3}+1$$

Nota.— El código CRC se calcula de acuerdo con la sección 3.9 del presente Apéndice.

3.1.3.2.1.1 El campo de información CRC del mensaje F/NAV, M(X), se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$M(X) = \sum_{1}^{214} m_i X^{214-i} = m_1 X^{213} + m_2 X^{212} + \cdots + m_{213} X + m_{214}$$

M(X) se formará a partir del identificador de tipo de página de E5a-I de 6 bits y del campo de datos de 208 bits. Los bits se dispondrán en el orden transmitido desde el satélite de Galileo, de forma que m1 corresponda al primer bit transmitido del identificador de tipo de página, y m214 corresponda al bit 208 del campo de datos.

3.1.3.2.1.2 El campo de información CRC del mensaje I/NAV, M(X), se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$M(X) = \sum_{1}^{113} m_{e,i+1} X^{194-i} + \sum_{1}^{81} m_{o,i+1} X^{81-i} = m_{e,2} X^{193} + m_{e,3} X^{192} + \cdots + m_{e,113} X^{82} + m_{e,114} X^{81} + m_{o,2} X^{80} + m_{o,3} X^{79} + \ldots + m_{o,81} X + m_{o,82}$$

M(x) se formará a partir de los campos par (e)/impar (0), campos de tipo de página, campos de palabra de datos (1/2 y 2/2), campo reservado 1, campo SAR (solo en E1-B) y campo extra. En el modo nominal, el CRC se calculará para las subpáginas pares e impares de la misma frecuencia y siempre se radiodifundirá en la subpágina impar.

3.1.3.2.2 Parámetros de corrección del reloj del satélite. El desplazamiento previsto de la hora de transmisión (TOT) de la señal del satélite físico con respecto a la TOT de la señal del satélite en GST se calculará para la combinación de señales de doble frecuencia mediante la fórmula siguiente:

$$TOT_c(X)= TOT_m(X) - \Delta tsv(X)$$

donde

- $(X)=(f_1,f_2)$ es la combinación de doble frecuencia f1 y f2 utilizada para el modelo de reloj;
- $TOT_C(X)$ es la TOT corregida del satélite en GST para la combinación de señales X;
- $TOT_m(X)$ es la TOT del satélite físico para la combinación de señales X obtenida mediante mediciones de seudodistancia; y

- $\Delta t_{SV}(X)$ es la corrección de la hora del satélite para la combinación de señales X calculada mediante los datos de corrección de la hora obtenidos del mensaje de navegación, como sigue:

$$\Delta t_{SV}(X)=a_{f0}(X)+a_{f1}(X)[t-t_{0c}(X)]+a_{f2}(X)[t-t_{0c}(X)]^2+\Delta t_r$$

donde

- $a_{f0}(X)$, $a_{f1}(X)$, $a_{f2}(X)$ y $t_{0c}(X)$ son parámetros transmitidos en el tipo de página 1 del mensaje F/NAV y en el tipo de palabra 4 del mensaje I/NAV como se indica en 3.1.3.1.3.
- $t_{0c}(X)$ es la hora de referencia para la corrección del reloj;
- t es la hora GST en segundos; y
- Δt_r, expresado en segundos, es un término de corrección relativística, dado por $\Delta t_r=F$ e $A^{1/2}\sin(E)$ donde los parámetros orbitales (e, $A^{1/2}$) se transmiten en el tipo de página 2 del mensaje F/NAV y en el tipo de palabra 1 del mensaje I/NAV como se indica en 3.1.3.1.3, E es la anomalía excéntrica calculada y $F = -2\mu^{1/2}/c^2 = -4.442807309 \times 10^{-10}$ s/$m^{1/2}$.

3.1.3.2.2.1 Un receptor de usuario de frecuencia única que procese seudodistancias de la frecuencia f1 aplicará la corrección siguiente a la corrección del reloj del satélite Δt_{SV} definida en 3.1.3.2.2:

$\Delta t_{SV}(f1)=\Delta t_{SV}(f_1,f_2)-BGD(f_1,f_2)$

donde

$BGD(f_1,f_2)$ es el retardo de grupo radiodifundido que se transmite en el tipo de página 1 del mensaje F/NAV y en el tipo de palabra 5 del mensaje I/NAV según se indica en 3.1.3.1.3 y se define como sigue:

$$BGD(f_1,f_2)=\frac{TR_1-TR_2}{1-\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2}$$

donde

- f_1 y f_2 indican las frecuencias portadoras de E1 y E5a, respectivamente; y
- TR_1 y TR_2 son los retardos de grupo de las señales cuyas frecuencias portadoras son f_1 y f_2, respectivamente.

3.1.3.2.2.2 Un receptor de usuario de frecuencia única que procese seudodistancias de la frecuencia f2 aplicará la corrección siguiente a la corrección del reloj del satélite Δt_{SV} definida en 3.1.3.2.2:

$$\Delta t_{SV}(f_2)=\Delta t_{SV}(f_1,f_2)-\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 BGD(f_1,f_2)$$

3.1.3.2.3 Algoritmos y parámetros de conversión GST-UTC. La hora UTC $_{tUTC}$ se calculará en función de tres casos distintos, dependiendo de la época de un posible ajuste de segundos intercalares (programado en el futuro o sucedido recientemente) indicada por el número de día (DN), el día al final del cual se hace efectivo el segundo intercalar y el número de semana (WN_{LSF}) al que hace referencia el DN. El "día uno" del DN será el primer día relativo al fin/ principio de semana y el valor WN_{LSF} constará de 8 bits, que son una representación binaria de Módulo 256 del número de semana de Galileo al que hace referencia el DN. Se aplicarán los tres casos siguientes:

Caso A:
Cuando la hora del ajuste de segundos intercalares indicada por WNLSF y DN no esté en el pasado (relativa a la hora actual del usuario), y la hora actual del usuario no esté dentro del lapso de tiempo que empieza seis horas antes de la hora efectiva y termina seis horas después de la hora efectiva, la tUTC se calculará de la manera siguiente:

$$t_{UTC} = (t_E - \Delta t_{UTC}) \text{ [Módulo 86400]}$$
$$\text{donde } \Delta t_{UTC} = \Delta t_{LS} + A_0 + A_1(t_E - t_{ot} + 604800(WN - WN_{0t}))$$

Caso B:
Cuando la hora actual del usuario esté dentro del lapso de tiempo de seis horas antes de la hora del ajuste de segundos intercalares y seis horas después de la hora del ajuste, la t_{UTC} se calculará de la manera siguiente (Δt_{UTC} se define como en el Caso A):

$$t_{UTC} = W[\text{Módulo } (86400 + \Delta t_{LSF} - \Delta t_{LS})]$$
$$\text{donde } W = (t_E - \Delta t_{UTC} - 43200))[\text{Módulo } 86400] + 43200$$

Caso C:
Cuando la hora del ajuste de segundos intercalares esté en el pasado (relativa a la hora actual del usuario), y la hora actual del usuario no esté dentro del lapso de tiempo que empieza seis horas antes de la hora del ajuste de segundos intercalares y termina seis horas después de la hora del ajuste, la t_{UTC} se calculará de la manera siguiente:

$$t_{UTC} = (t_E - \Delta t_{UTC}) \text{ [Módulo 86400]}$$
$$\text{donde } \Delta t_{UTC} = \Delta t_{LSF} + A_0 + A_1(t_E - t_{ot} + 604800(WN - WN_{0t}))$$

- A_0, A_1, Δt_{LS}, t_{0t}, WN_{0t}, WN_{LSF}, DN y Δt_{LSF} son parámetros de conversión de la hora de GST a UTC que se transmiten en el tipo de página 4 del mensaje F/NAV y en el tipo de palabra 6 del mensaje I/NAV según se indica en 3.1.3.1.3;
- t_E es el GST calculado por el usuario mediante su algoritmo de determinación del GST; y
- WN es el número de semana al que hace referencia t_E.

3.1.3.2.4 Posición del satélite. Las coordenadas centradas en la Tierra, fijas en la Tierra (ECEF) de la posición del centro de fase de la antena del satélite en la hora GST tse calcularán mediante las ecuaciones siguientes:

$x = x'\cos(\Omega) - y'\cos(i)\sin(\Omega)$
$y = x'\sin(\Omega) + y'\cos(i)\cos(\Omega)$
$z = y'\sin(i)$

donde

$\Omega = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \omega_E)t_k - \omega_E t_{0e}$	longitud corregida de nodo ascendente
$x' = r \cos u$	posición en plano orbital
$y' = r \sin u$	posición en plano orbital
$i = i_0 + \delta i + \frac{di}{dt}t_k$	inclinación corregida
$r = A(1-e \cos E) + \delta r$	radio corregido
$u = \Phi + \delta u$	argumento de latitud corregido
$A = (A^{1/2})^2$	semieje mayor
$\delta r = C_{rs}sin2\Phi + C_{rc}cos2\Phi$	corrección de radio
$\delta u = C_{us}sin2\Phi + C_{uc}cos2\Phi$	corrección de argumento de latitud
$\delta i = C_{is}sin2\Phi + C_{ic}cos2\Phi$	corrección de inclinación
$\Phi = v + \omega$	argumento de latitud
$v = tan^{-1}\{\sin v / \cos v\}$ $= tan^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1-e^2}\sin E/(1-e\cos E)}{(\cos E - e)/(1-e\cos E)}\right\}$	anomalía verdadera
$t_k = t - sdf\, t_{0e}$	t es el tiempo del sistema Galileo y t_k es la diferencia real total de tiempo entre la hora t y la hora de la época t_{0e} (t_{0a} en el caso de almanaques) y debe tenerse en cuenta al principio o al final del cambio de semana
$M = E - e\sin(E)$	Ecuación Kepler para anomalía excéntrica E
$M = M_0 + nt_k$	anomalía media
$n = n_0 + \Delta n$	promedio de movimiento corregido
$n_0 = \sqrt{\mu / A^3}$	promedio de movimiento calculado (rad/s)
M_0, Δn, e, $A^{1/2}$, Ω_0, i_0, ω, $\dot{\Omega}$, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}	parámetros de efemérides transmitidos en los tipos de página 2, 3 y 4 del mensaje F/NAV, y en los tipos de palabra 1, 2, 3 y 4 del mensaje I/NAV según se indica en 3.1.3.1.3.
$\pi = 3.1415926535898$	relación entre la circunferencia y el diámetro de un círculo
$\mu = 3.986004418 \times 10^{14}$ m^3/s^2	constante gravitacional geocéntrica
$\omega_E = 7.2921151467 \times 10^{-5}$ rad/s	velocidad angular media de la Tierra
c = 299792458 m/s	velocidad de la luz en el vacío

3.1.3.2.5 Corrección ionosférica. Nota.— Los receptores que funcionan en modo de frecuencia única pueden utilizar el algoritmo de corrección ionosférica de frecuencia única descrito en el documento EUROCAE ED-259, Norma de rendimiento operacional mínimo para el equipo de a bordo de Galileo/sistema mundial de determinación de la posición/sistema de aumentación basado en satélites, Apéndice J (cualquier versión).

3.1.3.3 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.1.3.3.1 RECEPTOR DE GALILEO

3.1.3.3.1.1 Seguimiento del satélite. El receptor proporcionará la función de seguimiento continuo de un mínimo de cuatro satélites de Galileo y generará una solución de posición basada en estas mediciones.

3.1.3.3.1.2 Desplazamiento Doppler. El receptor será capaz de compensar los efectos dinámicos del desplazamiento Doppler en la fase de la señal portadora nominal de Galileo y en las mediciones de código del servicio abierto. El receptor compensará el desplazamiento Doppler que es exclusivo para la aplicación prevista.

3.1.3.3.1.3 Resistencia a interferencias. El receptor satisfará los requisitos de resistencia a interferencias especificados en 3.7.

3.1.3.3.1.4 Aplicación de los datos del reloj y de efemérides. El receptor vigilará el valor IODnav y actualizará los datos de efemérides y reloj basándose en un cambio detectado en este parámetro. Para calcular la posición y las correcciones del reloj, los receptores utilizarán para cada satélite parámetros marcados con IODnav que correspondan al mismo valor IODnav. Estos parámetros se obtendrán del último conjunto de datos de navegación recibido.

Nota.— Los valores IODnav no se aumentan necesariamente en incrementos de uno. Un IODnav con un valor más alto no significa necesariamente que indique datos más recientes. La única comparación válida entre los valores IODnav es si son iguales o no. Para la posición, los usuarios pueden combinar la SIS de distintos satélites con valores IODnav distintos, siempre que los parámetros de navegación derivados de cada satélite indiquen un valor IODnav único.

3.1.3.3.1.5 Duración de la validez de los datos de navegación. El receptor solo utilizará las efemérides y correcciones del reloj de un conjunto de datos de navegación durante un período de tiempo no superior a cuatro horas desde la hora de referencia de la efeméride (t_{0e}). El receptor no se basará en los criterios de funcionamiento que figuran en el Capítulo 3, 3.7.3.1.3, si la edad de t_{0e} supera las cuatro horas.

3.1.3.4 TIEMPO

3.1.3.4.1 Tiempo del sistema Galileo (GST). El GST será una escala de tiempo continua basada en la definición del segundo (según el Sistema Internacional de Unidades, SI) cuya época de origen/referencia [GST (T0)] se definirá como 13 segundos antes del UTC 00:00:00 1999-08-22. El mensaje de navegación de Galileo contendrá todos los parámetros necesarios para convertir entre GST y UTC.

3.1.3.5. SISTEMA DE COORDENADAS

3.1.3.5.1 La efeméride de radiodifusión del servicio abierto de Galileo determinará la posición del del centro de fase de la antena transmisora de un determinado satélite las coordenadas ECEF del marco de referencia terrestre de Galileo (GTRF).

3.1.3.5.2 La diferencia del GTRF con respecto a la última realización física del marco de referencia terrestre internacional (ITRF) no excederá los 3 cm al 95% a escala mundial.

Nota 1.— El WGS-84 y el GTRF son realizaciones del ITRF. La diferencia entre el GTRF y el WGS-84 utilizada en el GPS no se considera significativa para la aviación.

3.1.4. Servicio abierto (OS) del Sistema de navegación por satélite BeiDou (BDS) (B1I, B1C y B2a)

3.1.4.1 ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE

3.1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE RADIOFRECUENCIA (RF) DEL BDS

Nota. — En esta sección se describen las características de RF de las señales B1I, B1C y B2a del BDS transmitidas por los satélites MEO e IGSO del BDS-3.

3.1.4.1.1.1 Los requisitos comunes a las señales B1I, B1C y B2a

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

3.1.4.1.1.1.2 Emisiones no esenciales. Las emisiones no esenciales en la banda estarán por lo menos 50 dB por debajo de la portadora B1I, B1C y B2 no modulada en toda la anchura de banda de canal atribuida.

Nota. — La anchura de banda de canal atribuida para la señal B1I es de 4,096 MHz. La anchura de banda de canal atribuida para la señal B1C es de 32,736 MHz. La anchura de banda de canal atribuida para la señal B2a es de 20,46 MHz.

3.1.4.1.1.1.3 Coherencia de código/datos. El borde de cada símbolo de datos estará alineado con el borde del correspondiente chip del código telemétrico, y la hora de inicio del primer chip del código telemétrico periódico estará alineada con la hora de inicio del bit del símbolo de datos. Los bordes de cada chip de código secundario estarán alineados con los bordes del chip de código primario, y la hora de inicio del primer chip del código primario estará alineada con la hora de inicio del chip del código secundario.

3.1.4.1.1.2 Características de RF de la señal B1I

3.1.4.1.1.2.1 Pérdida de correlación de la señal B1l.

La pérdida de correlación debida a las distorsiones de la cabida útil no excederá de 0,6 dB en la B1I.

3.1.4.1.1.2.2 Código telemétrico de la señal B1I. La tasa de chips del código telemétrico de la señal B1I será de 2,046 megachips por segundo, y la longitud será de 2 046 chips. El código telemétrico de la señal B1l (en lo sucesivo, el CB1l) será un código Gold equilibrado truncado con el último chip. El código Gold se generará por medio de la adición Módulo 2 de las secuencias G1 y G2, que se derivan respectivamente de dos registros de desplazamiento lineal de 11 bits. El generador del CB1I será como se indica en la Figura B BDS-1.

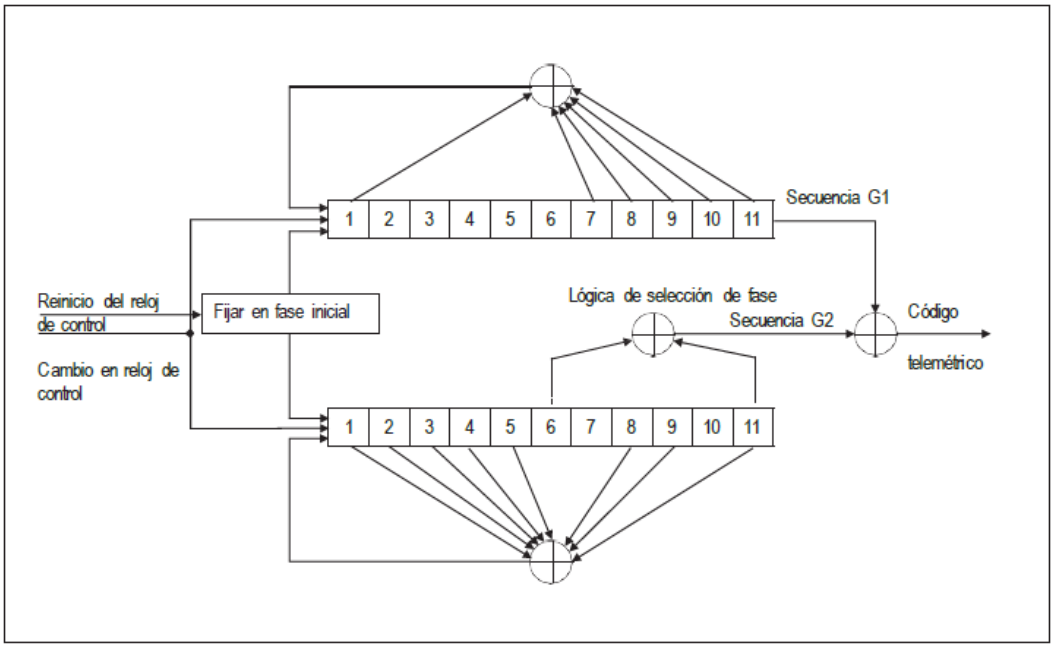


Figura B BDS-1. Generador del CB1I

Nota. — En el Documento de control de interfaz de la señal B1I en el espacio del servicio abierto de Beidou [en inglés BeiDou Navigation Satellite System Signal in Space Interface Control Document Open Service Signal B1I], versión 1.0, de febrero de 2019 (en adelante, "BDS OS B1l ICD"), sección 4.3, se proporciona más información sobre la modulación de la señal B1I.

3.1.4.1.1.3 Características de radiofrecuencia (RF) de la señal B1C

3.1.4.1.1.3.1 Pérdida de correlación de la B1C. La pérdida de correlación debida a distorsiones de la cabida útil no excederá de 0,3 dB en la B1C.

3.1.4.1.1.3.2 Generación de la señal B1C. La señal B1C incluirá dos componentes: el componente de datos B1C y el componente piloto B1C.

3.1.4.1.1.3.3 División de potencia de la señal B1C. La potencia de la señal B1C se dividirá 1:3 entre el componente de datos B1C y el componente piloto B1C.

3.1.4.1.1.3.4 Código telemétrico de datos B1C (C_{B1C_data}). La secuencia del código telemétrico de datos B1C será un código primario de 10 230 chips de longitud repetido cada 10 milisegundos.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 5.2.1., se proporciona más información sobre el código primario de datos B1C.

3.1.4.1.1.3.5 Código telemétrico piloto B1C (C_{B1C_pilot}). La secuencia del código telemétrico piloto B1C será la adición de Módulo 2 de un código primario de 10 230 chips de longitud repetido cada 10 milisegundos y de un código secundario de 1 800 chips de longitud repetido cada 18 000 milisegundos.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, secciones 5.2.1 a 5.2.2, se proporciona más información sobre el código primario y el código secundario del componente piloto de la señal B1C.

.1.4.1.1.3.6 Generación del componente de datos de la señal B1C (S_{B1C_data}). El componente de datos de la señal B1C se generará a partir de los datos del mensaje de navegación (D_{B1C_data}) y del código telemétrico (C_{B1C_data}) modulado por BOC con subportadora (SC_{B1C_data}).en fase de tipo sinusoidal BOC (1,1).

3.1.4.1.1.3.7 Generación del componente piloto de la B1C (S_{B1C_pilot}). El componente piloto de la señal B1C se generará a partir del código telemétrico (C_{B1C_pilot}) modulado por QMBOC (6, 1, 4/33) con subportadora (SC_{B1C_pilot}). La subportadora estará compuesta por una subportadora BOC (1, 1) y una subportadora BOC (6, 1), que estarán en cuadratura entre sí y tendrán una relación entre las potencias de 29:4.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 4.2, se proporciona más información sobre la modulación de la señal B1C.

3.1.4.1.1.4 Características de radiofrecuencia (RF) de la señal B2a

3.1.4.1.1.4.1 Pérdida de correlación de la B2a. La pérdida de correlación debida a distorsiones de la cabida útil no excederá de 0,6 dB en la B2a.

3.1.4.1.1.4.2 Generación de la señal B2a. La señal B2a incluirá dos componentes: el componente de datos B2a y el componente piloto B2a.

3.1.4.1.1.4.3 División de potencia de la señal B2a. La potencia de la señal B2a se dividirá por partes iguales entre el componente de datos B2a y el componente piloto B2a.

3.1.4.1.1.4.4 Código telemétrico de datos B2a (C_{B2a_data}). La secuencia del código telemétrico de datos B2a será la adición de Módulo 2 de un código primario de 10 230 chips de longitud repetido cada 1 milisegundo y un código secundario de 5 chips de longitud repetido cada 5 milisegundos.

Nota. — En el documento BDS OS B2a ICD, secciones 5.2.1 y 5.2.2, se proporciona más información sobre los códigos primario y secundario del componente de datos B2a.

3.1.4.1.1.4.5 Código telemétrico piloto B2a (C_{B2a_pilot}). La secuencia del código telemétrico piloto B2a será la adición de Módulo 2 de un código primario de 10 230 chips de longitud repetido cada 10 milisegundos y de un código secundario de 100 chips de longitud repetido cada 100 milisegundos.

Nota. — En el documento BDS OS B2a ICD, secciones 5.2.1 y 5.2.2, se proporciona más información sobre el código primario y el código secundario del componente piloto de la señal B2a.

3.1.4.1.1.4.6 Generación del componente de datos de la señal B2a (S_{B2a_data}). El componente de datos de la señal B2a se generará por BPSK(10) modulado a partir de los datos del mensaje de navegación (D_{B2a_data}) y del código telemétrico (C_{B2a_data}).

3.1.4.1.1.4.7 Generación del componente piloto de la B2a (S_{B2a_pilot}). El componente piloto de la señal B2a se modulará por BPSK(10) a partir del código telemétrico C_{B2a_pilot} (t) únicamente.

Nota. — En el documento BDS OS B2a ICD, sección 4.2, se proporciona más información sobre la modulación de la señal B2a.

3.1.4.1.2 ESTRUCTURA DE LOS DATOS

3.1.4.1.2.1 Características del mensaje B1l D1

3.1.4.1.2.1.1 Generalidades El mensaje de navegación B1l transmitido por las señales B1l de los satélites MEO e IGSO ("mensaje de navegación D1") se modulará con el código Neuman-Hofman (NH) secundario a 1 kbps. El mensaje de navegación D1 tendrá una estructura compuesta por supertramas, tramas y subtramas. La estructura de la trama del mensaje de navegación D1 será como se indica en la Figura B BDS-2.

Nota. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.2.1, se proporciona más información sobre el código NH.

3.1.4.1.2.1.2 Supertrama. Cada supertrama contendrá 36 000 bits y estará compuesta por 24 tramas (24 páginas).

3.1.4.1.2.1.3 Trama. Cada trama contendrá 1 500 bits y estará compuesta por 5 subtramas.

3.1.4.1.2.1.4 Subtrama. Cada subtrama contendrá 300 bits y estará compuesta por 10 palabras. Cada palabra contendrá 30 bits. Cada palabra estará formada por datos del mensaje y bits de paridad.

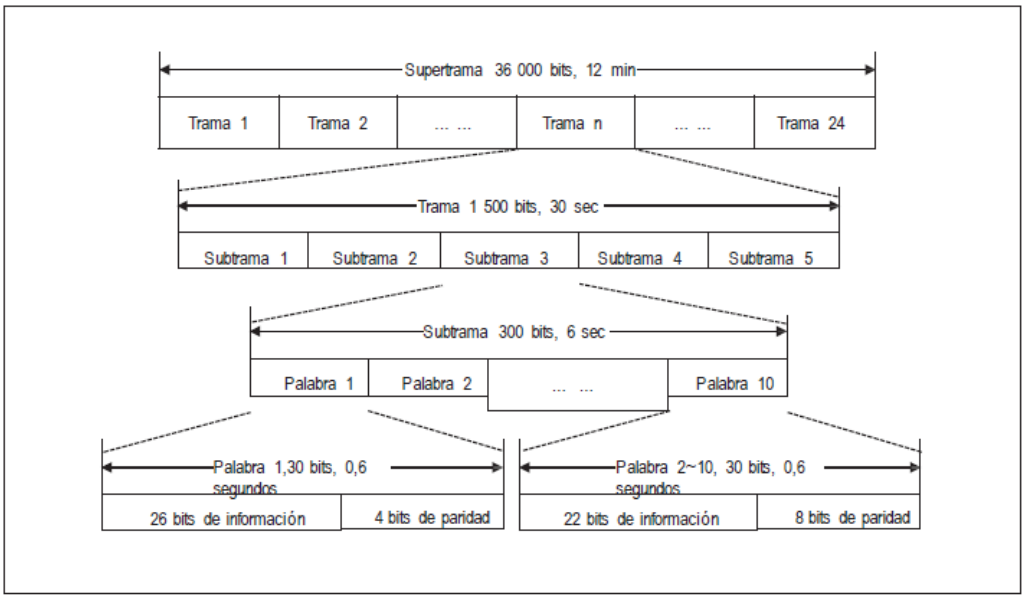


Figura B BDS-2. Estructura de tramas del mensaje de navegación D1

3.1.4.1.2.1.5 Paridad de datos. La primera palabra de cada subtrama contendrá 26 bits de información y 4 bits de paridad en los bits menos significativos (LSB), y las palabras 2 a 10 contendrán 22 bits de información y 8 bits de paridad en los LSB. Para el control de errores y el entrelazado, se utilizará la codificación de Bose- Chaudhuri-Hocquenghem (BCH) (15,11,1).
Nota. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.1.3, se proporciona más información sobre la codificación BCH (15,11,1).

3.1.4.1.2.1.6 Preámbulo. Los bits 1 a 11 de cada subtrama contendrán un preámbulo compuesto por la secuencia de bits “11100010010”.

3.1.4.1.2.1.7 Identificación de la subtrama. Los bits 16 a 18 de cada subtrama contendrán la identificación de la subtrama codificada de la siguiente manera:

Código	001	010	011	100	101	110	111
Identificación de la subtrama	1	2	3	4	5	Reservado	Reservado

3.1.4.1.2.1.8 Segundos de semana (SOW). Los bits 19 a 26 y 31 a 42 de cada subtrama del mensaje de navegación D1 contendrán los 20 bits que indicarán los segundos de la semana (SOW), es decir el número de segundos transcurridos desde la hora 00:00:00 BDT del último domingo. El recuento de SOW ocurrirá en el borde de inicio del primer bit del preámbulo (el bit más significativo, MSB) de la subtrama.

3.1.4.1.2.1.9 Bits reservados. Se reservarán los bits 12 a 15 de cada subtrama o página de una subtrama.

3.1.4.1.2.2 Características de los mensajes B1C

3.1.4.1.2.2.1 Generalidades. El mensaje de navegación de la señal B1C (el mensaje de navegación B-CNAV1) se transmitirá como una secuencia de tramas. Cada trama contendrá 1 800 símbolos con una tasa de 100 símbolos por segundo. Cada trama constará de tres subtramas con la estructura básica de tramas que se muestra en la Figura B BDS-3.

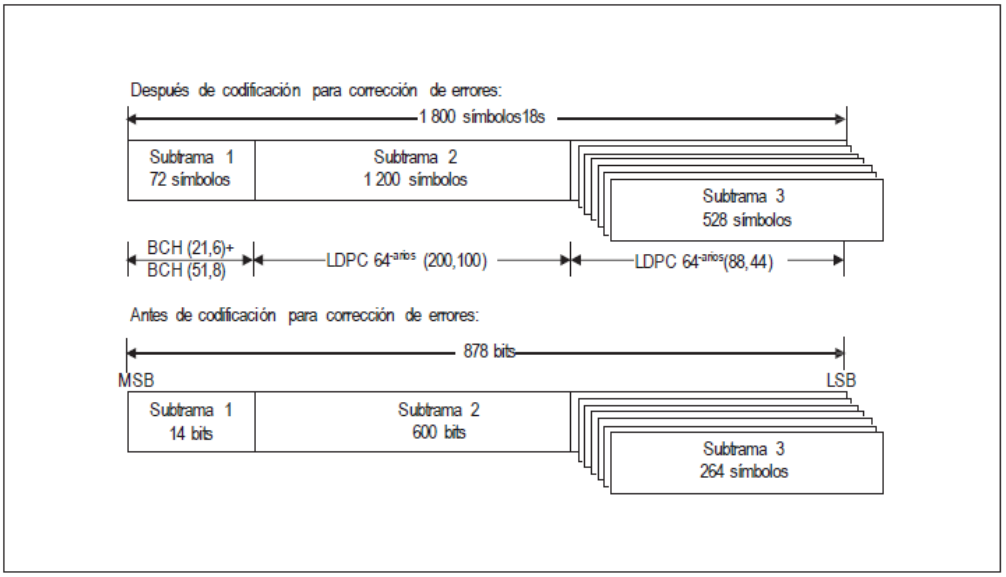


Figura B BDS-3. Estructura básica de tramas de B-CNAV1

3.1.4.1.2.2.2 Subtrama 1. La subtrama 1 contendrá 14 bits antes de la aplicación de códigos correctores de errores BCH. Luego de la codificación con BCH (21,6) + BCH (51,8), su longitud será de 72 símbolos.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 6.2.2.1, se proporciona más información relativa a la codificación con BCH (21,6) + BCH (51,8).

3.1.4.1.2.2.3 Subtrama 2. La subtrama 2 contendrá 600 bits antes de la codificación con códigos de verificación de la paridad de baja densidad (LDPC). Los 576 MSB de la subtrama 2 se incluirán en el cálculo de la CRC, y los 24 LSB serán los bits correspondientes de la CRC. Luego de la codificación con códigos LDPC 64-arios (200, 100), su longitud será de 1 200 símbolos.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 6.2.2.2, se proporciona más información sobre la codificación con códigos LDPC 64-arios (200,100).

3.1.4.1.2.2.4 Subtrama 3. La subtrama 3 contendrá 264 bits antes de la codificación LDPC. Los 6 MSB serán el tipo de página (PageID), los 24 LSB serán bits de CRC y los 234 bits restantes serán datos del mensaje. El tipo de página (PageID) y los datos del mensaje se incluirán en el cálculo de la CRC. Luego de la codificación con códigos LDPC 64-arios (88,44), su longitud será de 528 símbolos. La estructura de trama de la subtrama 3 será como se indica en la Figura B BDS-4.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 6.2.2.3, se proporciona más información sobre la codificación con códigos LDPC 64-arios (88,44).

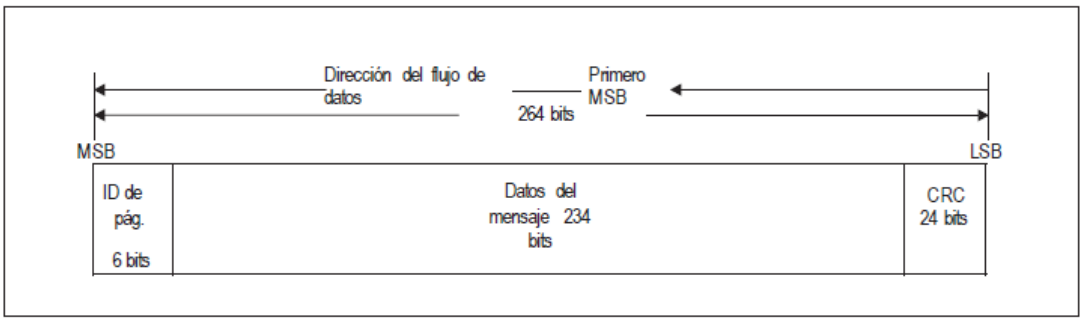


Figura B BDS-4. Estructura de trama para la subtrama 3 B-CNAV1

3.1.4.1.2.2.5 Entrelazado. Luego de la codificación, las subtramas 2 y 3 se combinarán y entrelazarán utilizando un entrelazador de bloques.

Nota. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 6.2.2.4, se proporciona más información relativa al entrelazado.

3.1.4.1.2.3 Características de los mensajes B2a

3.1.4.1.2.3.1 Generalidades El mensaje de navegación de la señal B2a ("mensaje de navegación B-CNAV2") se transmitirá como secuencia de tramas. Cada trama contendrá 600 símbolos con una tasa de 200 símbolos por segundo. La estructura básica de tramas del B-CNAV2 será como se indica en la Figura B BDS-5.

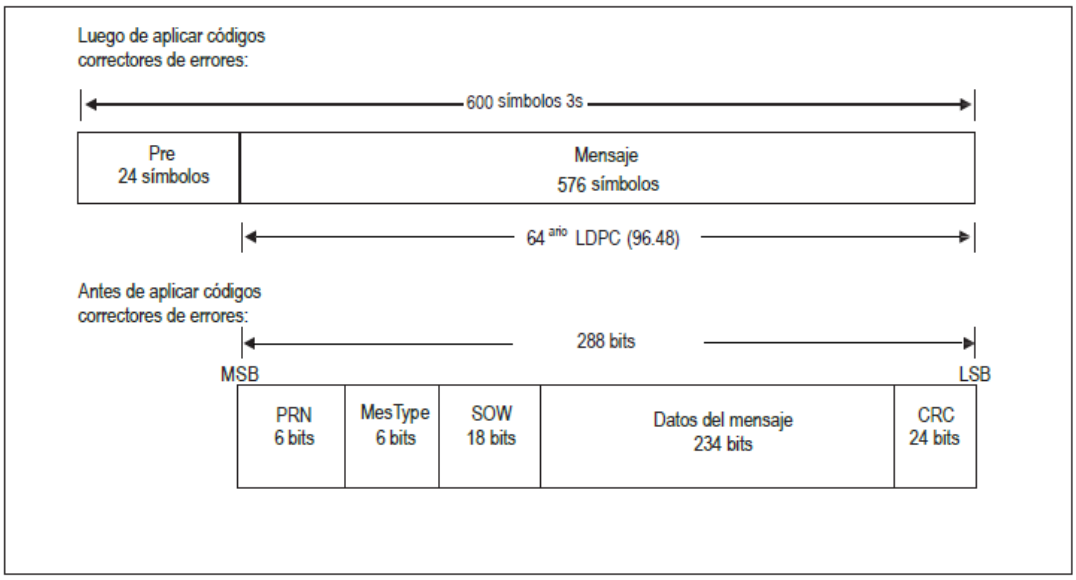


Figura B BDS-5. Estructura básica de tramas del B-CNAV2

3.1.4.1.2.3.2 Estructura de trama. Cada trama constará de un preámbulo de 24 símbolos y un mensaje de navegación de 288 bits antes de la codificación para la corrección de errores. Luego de la codificación con códigos LDPC 64-arios (96,48), su longitud será de 1 200 símbolos.

Nota. — En el documento BDS OS B2a ICD, sección 6.2.2, se proporciona más información relativa la codificación con códigos LDPC 64-arios (96,48).

3.1.4.1.2.3.2.1 Preámbulo. Cada trama contendrá un preámbulo que consistirá en la secuencia de bits “111000100100110111101000”.

3.1.4.1.2.3.2.2 Mensaje de navegación. Cada trama contendrá 288 bits antes de la codificación LDPC, incluidos: el código PRN de 6 bits, el identificador del tipo de mensaje de 6 bits, los SOW de 18 bits, los datos del mensaje de 234 bits y los 24 bits de CRC. El PRN, el identificador de tipo de mensaje, los SOW y los datos del mensaje se incluirán en el cálculo de CRC. Luego de la codificación con LDPC 64-ario (96,48), la longitud de la trama será de 576 símbolos.

3.1.4.1.3 CONTENIDO DE DATOS

Nota. — En los documentos BDS OS B1I ICD, BDS OS B1I ICD y BDS OS B2a ICD, se encuentra una descripción completa del contenido de datos de las palabras que se transmiten.

3.1.4.1.3.1 Contenido de datos B1I

3.1.4.1.3.1.1 Los datos del mensaje de navegación B1l D1 contendrán la información mencionada en la Tabla B BDS-1.

Nota. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.2.4, se proporciona más información relativa al contenido de B1I D1 y la aplicación de los datos.

Número de subtrama	Número de página	Contenido de datos
1	*N/A*	Número de semana (WN), índice de exactitud telemétrica del usuario (URAI), bandera indicadora de la funcionalidad del satélite autónomo (SatH1), parámetros del modelo ionosférico (αn, βn, n=0 - 3), diferencia de retardo de grupo de los equipos (T_{GD1}, T_{GD2}), parámetros de corrección de reloj (t_{oc}, a_0, a_1, a_2), edad de los datos, reloj (AODC), edad de los datos, efemérides (AODE)
2	*N/A*	Parámetros de efemérides (1/2) ($\sqrt{A}$, e, Δn, M_0, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs})
3	*N/A*	Parámetros de efemérides (2/2) (t_{oe}, ω, Ω_0, , i_0, IDOT, C_{ic}, C_{is})
4	1 - 24	Pnum, parámetros de almanaque (t_{oa},$\sqrt{A}$, e, ω, M_0, Ω_0, , δ_i, a_0, a_1, AmEpID)
5	1 - 6	
5	7	Pnum, información sobre la funcionalidad de 19 satélites (Hea_i, i=1 - 19)
5	8	Pnum, información sobre la funcionalidad de 11 satélites (Hea_i, i=20 - 30), número de semana de almanaque (WN_a), t_{oa},
5	9	Pnum, parámetros de tiempo relativos al tiempo GPS (A_{0GPS}, A_{1GPS}), parámetros de tiempo relativos al tiempo GLONASS (A_{0GLO}, A_{1GLO}), parámetros de tiempo relativos al tiempo Galileo (A_{0Gal}, A_{1Gal})
5	10	Pnum, parámetros de tiempo relativos al UTC (A_{0UTC}, A_{1UTC}, Δt_{LS}, Δt_{LSF},WN_{LSF}, DN)
5	11 - 23	Pnum, parámetros de almanaque (t_{oa},$\sqrt{A}$, e, ω, M_0, Ω_0, , δ_i, a_0, a_1, AmID)
5	24	Pnum, información sobre la funcionalidad de 14 satélites (Hea_i, i=31 - 43)

3.1.4.1.3.1.2 Índice de exactitud telemétrica del usuario (URAI). Los bits 49 a 52 de la subtrama 1 del mensaje D1 contendrán el URAI. El URAI tendrá un valor de 0 a 15. La exactitud telemétrica del usuario (URA) se utilizará para describir la exactitud de la señal en el espacio (SISA) en metros. La relación entre el URAI y la URA será como se indica en la Tabla B BDS-2.

Nota. — En el documento BDS OS B1I ICD, secciones 5.2.4.5 y 5.2.3, Figura 5-8, se proporciona más información sobre el URAI.

Tabla B BDS-2. Relación entre el URAI y la URA

Código	URAI	Gama URA (m, 1σ)
0000	0	0.00 < URA ≤ 2.40
0001	1	2.40 < URA ≤ 3.40
0010	2	3.40 < URA ≤ 4.85
0011	3	4.85 < URA ≤ 6.85
0100	4	6.85 < URA ≤ 9.65
0101	5	9.65 < URA ≤ 13.65
0110	6	13.65 < URA ≤ 24.00
0111	7	24.00 < URA ≤ 48.00
1000	8	48.00 < URA ≤ 96.00
1001	9	96.00 < URA ≤ 192.00
1010	10	192.00 < URA ≤ 384.00
1011	11	384.00 < URA ≤ 768.00
1100	12	768.00 < URA ≤ 1 536.00
1101	13	1 536.00 < URA ≤ 3 072.00
1110	14	3 072.00 < URA ≤ 6 144.00
1111	15	URA > 6 144.00

3.1.4.1.3.1.3 Bandera indicadora de la funcionalidad del satélite autónomo (SatH1). El bit 43 de la subtrama 1 del mensaje D1 indicará la SatH1. Un valor de "0" indicará que el satélite que efectúa la transmisión está funcional, mientras que un valor de "1" indicará que no lo está.

Nota. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.2.4.6 y sección 5.2.3, Figura 5-8, se proporciona más información sobre la SatH1.

3.1.4.1.3.1.4 El parámetro de corrección de reloj de satélite toc se difundirá en el mensaje de navegación D1. El valor de toc aumentará en forma monotónica durante la semana y cambiará si se modifica cualquiera de los parámetros de reloj.

Nota. — La actualización de los parámetros del reloj siempre comienza al inicio de una supertrama.

3.1.4.1.3.1.5 El parámetro de efemérides toe se transmitirá en el mensaje de navegación D1. El valor de toe aumentará monotónicamente durante la semana y cambiará si se modifica cualquiera de los parámetros de efemérides. Si cambia toe, también cambiará toc.

Nota. — La actualización de los parámetros de efemérides siempre comienza al inicio de una supertrama.

3.1.4.1.3.1.6 Número de página (Pnum). Tanto la subtrama 4 como la 5 tendrán 24 páginas, que se identificarán por el número de página (Pnum), contenido en los bits 44 a 50 de las subtramas.

3.1.4.1.3.1.7 Identificación de almanaques ampliados (AmEpID). Los bits 291 a 292 de las páginas 1 a 24 de la subtrama 4 y las páginas 1 a 6 de la subtrama 5 contienen AmEpID. Un valor binario de "11" de AmEpID indicará que las páginas 11 a 23 de la subtrama 5 se utilizan para transmitir los parámetros para SV ID 31 a 63, y la página 24 de la subtrama 5 se utiliza para la radiodifusión de la información sobre la funcionalidad del satélite para SV ID 31 a 63. De lo contrario, las páginas 11 a 24 de la subtrama 5 se reservarán.

3.1.4.1.3.1.8 Identificación de radiodifusión con tiempo compartido (AmID). Los bits 291 a 292 de las páginas 11 a 23 de la subtrama 5 y los bits 216 a 217 de la página 24 de la subtrama 5 proporcionarán AmID. La AmID se utilizará combinada con la AmEpID y el Pnum para indicar el PRN del satélite que transmite los parámetros de almanaque en la página de Pnum. La AmID sólo se utilizará cuando la AmEpID tenga un valor binario de "11". El esquema de radiodifusión para los parámetros de almanaque de SV ID 31 a 63 será como se muestra en la Tabla B BDS-3.

Tabla B BDS-3. Esquema de radiodifusión para los parámetros de almanaque de los PRN 31 a 63

AmEpID	AmID	Pnum	PRN
11	01	11 - 23	31 - 43
	10	11 - 23	44 - 56
		11 - 17	57 - 63
	11	11 - 23	Reservado
	00	11 - 23	Reservado

3.1.4.1.3.2 Contenido de los datos de B1C y B2a

3.1.4.1.3.2.1 Los datos B-CNAV1 difundidos en B1C contendrán la información enumerada en la Tabla B BDS-4. Los datos de B-CNAV2 difundidos en B2a contendrán los tipos de mensaje y el contenido de los datos enumerados en la Tabla B BDS-5.

Nota 1. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 7, se proporciona más información relativa al contenido y la aplicación de los datos B-CNAV1.

Nota 2. — En el documento BDS OS B2a ICD, sección 7, se proporciona más información relativa al contenido y la aplicación de los datos B-CNAV2

Tabla B BDS-4. Contenido de la información de los mensajes de navegación B1C

<table>
<tr><th>Número de subtrama</th><th colspan="2">Contenido de los datos</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">PRN, SOH</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2</td><td colspan="2">WN, HOW, IODC (expedición de datos, reloj), IODE (expedición de datos, efemérides)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Bloques de datos*</td><td>Efemérides I*</td></tr>
<tr><td>Efemérides II*
(Ω_0, i_0, Ω, $i\dot{0}$, cis, cic, crs, crc, cus, cuc)</td></tr>
<tr><td>Parámetros de corrección del reloj *
(t_{oc}, a_0, a_1, a_2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">TGD_{B2ap}, ISC_{B1Cd}, TGD_{B1Cp}, Rev, CRC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3**</td><td colspan="2">Tipo de página 1(PageID, estado de funcionalidad (HS), bandera indicadora de la integridad de los datos (DIF), bandera indicadora de la integridad de la señal (SIF), bandera indicadora de la integridad de la exactitud (AIF), índice monitorizado de exactitud de la señal en el espacio (SISMAI)***, SISAIoe, SISAIoc*, parámetros modelo de correcciones de retardo ionosférico*, parámetros de desfase horario respecto del BDT-UTC*)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de página 2 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoc*, WNa, toa, almanaque reducido*)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de página 3 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoe, parámetros de orientación de la Tierra (EOP), parámetros de desfase horario respecto del BDT-GNSS (BGTO))</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de página 4 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoc*, almanaque midi *)</td></tr>
<tr><td colspan="3">* Bloques de datos que contienen un conjunto de parámetros.

** Como máximo, se pueden definir 63 tipos de páginas para la subtrama 3. Hasta el momento, se han definido cuatro tipos de páginas válidos: 1, 2, 3 y 4.
*** La radiodifusión SISMA en B-CNAV1 se reserva para uso futuro.</td></tr>
</table>

Tabla B BDS-5. Tipos de mensaje y contenidos de datos en B2a

	Tipo de mensaje (MesType)**	Contenido de datos
1	10	PRN, MesType, SOW, WN, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), IODE, efemérides I*
2	11	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), efemérides II*
3	30	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), parámetros de corrección de reloj*, IODC, T_{GDB2ap}, ISC_{B2ad}, parámetros del modelo de correcciones del retardo ionosférico* ， T_{GDB1Cp}
4	31	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), parámetros de corrección de reloj*, IODC, WNa ， toa, parámetros de almanaque reducidos*
5	32	PRN, MesType, SOW, HS,DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), parámetros de corrección de reloj*, IODC, EOP
6	33	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), AIF(B1C), parámetros de corrección de reloj*, parámetros BGTO*, parámetros de almanaque reducidos*, IODC, WNa, toa
7	34	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), SISAIoc* ， parámetros de corrección de reloj*, IODC, parámetros de desfase horario respecto del BDT-UTC*
8	40	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),SISMAI**** ， DIF (B1C), SIF(B1C), SISAIoe ， SISAIoc*, parámetros de almanaque midi *

* Bloques de datos que contienen un conjunto de parámetros.

** Como máximo, se pueden definir 63 tipos de mensaje para el mensaje de navegación B-CNAV2. Hasta el momento, se han definido los siguientes tipos de mensaje válidos: 10, 11, 30, 31, 32, 33, 34, y 40.

*** El orden de radiodifusión de los tipos de mensaje B-CNAV2 puede ajustarse dinámicamente, sin embargo, los tipos de mensajes 10 y 11 se transmiten continuamente juntos.

**** La radiodifusión de SISMAI en B-CNAV2 se reserva para uso futuro.

3.1.4.1.3.2.2 Tipo de página. La identificación (ID) de página se utilizará para identificar el tipo de páginas de la subtrama 3 en B-CNAV1. Será un número entero sin signo de 6 bits. Su definición será como se indica en la Tabla B BDS-6.

Tabla B BDS-6. Definición del tipo de página

ID de Página (binaria)	Tipo de página
000000	Inválido
000001	1
000010	2
000011	3
000100	4
Otros	Reservado

3.1.4.1.3.2.3 Tipo de mensaje (MesType). El tipo de mensaje se utilizará para identificar los tipos de mensajes de las tramas de B-CNAV2. Será un entero sin signo de 6 bits. Su definición será como se indica en la Tabla B BDS-7.

Tabla B BDS-7. Definición del tipo de mensaje

Tipo de mensaje (binario)	Tipo de mensaje
000000	Inválido
001010	10
001011	11
011110	30
011111	31
100000	32
100001	33
100010	34
101000	40
Otros	Reservado

3.1.4.1.3.2.4 Expedición de datos.

Nota 1. — Se proporciona más información relativa a la expedición de datos B1C en el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.4.1, Tabla 7-3 y sección 7.4.2, Tabla 7-4.

Nota 2. — Se proporciona más información relativa a la expedición de datos B2a en el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.4.2, Tabla 7-4.

3.1.4.1.3.2.4.1 Expedición de datos, efemérides (IODE). La IODE indicará el número de expedición de un conjunto de parámetros de efemérides. El valor IODE se actualizará cada vez que se actualice cualquier parámetro de efemérides. Los valores IODE indicarán la gama de los valores correspondientes a la edad de los datos de efemérides. La edad de los datos de efemérides se definirá como el desfase horario entre el tiempo (la hora) de referencia de los parámetros de efemérides (toe) y la última hora registrada para la generación de los parámetros de efemérides. Los valores de IODE no se repetirán dentro de cualquier período de 24 horas. La relación entre los valores IODE y la edad de los datos de efemérides será la que se indica en la Tabla B BDS-8.

Tabla B BDS-8. Relación entre los valores IODE y la edad de los datos de efemérides

Valor IODE	Datos de efemérides
0 – 59	Menos de 12 horas
60 – 119	12 horas – 24 horas
120 – 179	1 día – 7 días
180 – 239	Reservado
180 – 239	Más de 7 días

3.1.4.1.3.2.4.2 Expedición de datos, reloj (IODC). El indicador IODC indicará el número de expedición de un conjunto de parámetros de corrección de reloj. El valor IODC se actualizará cada vez que se actualice cualquier parámetro de corrección de reloj. Los valores IODC indicarán la gama de valores de la edad de los datos de corrección de reloj. La edad de los datos de corrección de reloj se definirá como el desfase horario entre el tiempo (la hora) de referencia (toc) de los parámetros de corrección de reloj y la última hora registrada para la generación de los parámetros de corrección de reloj. La gama de los valores correspondientes a la edad de los datos de corrección de reloj se definirá por los 2 MSB de la IODC junto con los 8 LSB de la IODC. Los valores de IODE no se repetirán dentro de cualquier período de 24 horas. La relación entre los valores IODE y la edad de los datos de efemérides será la que se indica en la Tabla B BDS-9.

Tabla B BDS-9. Relación entre los valores IODC

y la edad de los datos de corrección de reloj

2 MSB de IODC	8 LSB de IODC	Edad de los datos de corrección de reloj
00	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Menos de 12 horas 12 horas – 24 horas 1 día – 7 días Reservado
01	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Menos de 12 horas Menos de 12 horas Menos de 1 día Reservado No más de 7 días
10	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Más de 12 horas Más de 24 horas Más de 7 días Reservado Más de 7 días
11	Reservado	Reservado

3.1.4.1.3.2.5 Estado de funcionalidad del satélite. El indicador del estado de funcionalidad del satélite (SHS) indicará el estado de funcionalidad del satélite transmisor. Las definiciones del parámetro SHS será la que se indica en la Tabla B BDS-10.

Nota 1. — Se proporciona más información relativa al SHS B1C en el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.14, Tabla 7-22.

Nota 2. — Se proporciona más información relativa al SHS B2a en el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.14, Tabla 7-22.

Tabla B BDS-10. Definiciones del parámetro SHS

Valor SHS	Definición	Descripción
0	El satélite está funcional	El satélite presta servicios
1	El satélite no está funcional o está a prueba	El satélite no presta servicios
2	Reservado	Reservado
3	Reservado	Reservado

3.1.4.1.3.2.6 Estado de integridad del satélite. El estado de integridad del satélite se determinará por dos parámetros: la bandera indicadora de la integridad de los datos (DIF) y la bandera indicadora de la integridad de la señal (SIF). Cada uno de ellos ocupará 1 bit y sus definiciones serán las que se indican en la Tabla B BDS-11.

Nota 1. — Se proporciona más información relativa a la bandera indicadora del estado de integridad del satélite B1C en el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.15, Tabla 7-23.

Nota 2. — Se proporciona más información relativa a la bandera indicadora del estado de integridad del satélite B2a en el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.15, Tabla 7-23.

Tabla B BDS-11. Definiciones de los parámetros de la bandera indicadora del estado de integridad del satélite

Parámetro	Valores	Definición
DIF	0	El error de los parámetros del mensaje transmitidos en esta señal no excede de la exactitud predictiva.
	1	El error de los parámetros del mensaje transmitidos en esta señal excede de la exactitud predictiva.
SIF	0	Esta señal es anormal.
	1	Esta señal es anormal.

3.1.4.1.3.2.7 Estado de funcionalidad de la señal en el espacio del satélite (SISHS)

3.1.4.1.3.2.7.1 El estado de funcionalidad de la señal en el espacio del satélite (SISHS) del OS del BDS será uno de los siguientes tres estados:

a) funcional: la señal cumple con el nivel de servicio mínimo especificado en este documento;

b) no funcional: la señal no está prestando servicios o está a prueba; y

c) marginal: la señal no está en ninguno de los dos estados descritos anteriormente.

3.1.4.1.3.2.7.2 El SISHS para las señales B1C y B2a se indicará por medio de una combinación de tres banderas indicadoras de SIS: HS, SIF y DIF. La correlación entre los valores de las tres banderas y el SISH de B1C/B2a será como se indica en la Tabla B-BDS-12.

Tabla B-BDS-12. Correlación entre los valores de las tres banderas y el SISH de B1C/ B2a

B1C/B2a SISHS	HS	SIF	DIF
Funcional	0	0	0
Marginal	0	0	1
	2/3	0	0
No funcional	Cualquier valor	1	0/1
	1	0/1	0/1

3.1.4.1.3.2.8 Índices de exactitud de la señal en el espacio (SISA). El índice SISA describirá la exactitud predictiva de los parámetros orbitales y de los parámetros de corrección de reloj transmitidos en el mensaje de navegación. Comprenderá la exactitud longitudinal y transversal de la órbita del satélite (SISAoe), así como la exactitud de la correlación del reloj del satélite y del radio de la órbita del satélite (SISAoc). Los parámetros del índice SISA que se enumeran a continuación se utilizarán para calcular el SISAoe y el SISAoc y se transmitirán en la subtrama 3 del B-CNAV1 para la B1C y Tipo de mensaje 40 para la B2a, respectivamente:

a) El SISAIoe, que es un entero con signo en la notación de complemento a dos comprendido en el intervalo +15 a -16, indicará la exactitud combinada de la órbita longitudinal y transversal, como se muestra en la Tabla B-BDS-12-1;

b) SISAIocb, que es un entero con signo en la notación de complemento a dos comprendido en el intervalo +15 a -16, indicará la exactitud combinada resultante de la exactitud del radio orbital y del error sistemático del reloj del satélite, como se indica en la Tabla B-BDS-12-2;

c) SISAIoc1, con el valor de un entero comprendido en el intervalo de 0 a 7, indicará la exactitud de la deriva del reloj del satélite;

d) SISAIoc2, con el valor de un entero comprendido en el intervalo de 0 a 7, indicará la exactitud de la deriva del reloj del satélite; y

e) top indicará el tiempo de la semana para la predicción de datos.

Nota 1. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.16, se proporciona más información sobre los parámetros del índice SISA.

Nota 2. — En el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.16, se proporciona más información sobre los parámetros del índice SISA

Tabla B-BDS-12-1. La correlación entre el índice SISAoe y la SISAoe

Índice SISAoe	SISAoe (en metros)
15	6144.00 < SISAoe (o no hay predicción de exactitud disponible)
14	*3072.00 < SISAoe ≤ 6144.00*
13	*1536.00 < SISAoe≤ 3072.00*
12	*768.00 < SISAoe≤ 1536.00*
11	*384.00 < SISAoe≤ 768.00*
10	*192.00 < SISAoe≤ 384.00*
9	*96.00 < SISAoe≤ 192.00*
8	*48.00 < SISAoe≤ 96.00*
7	*24.00 < SISAoe≤ 48.00*
6	*13.65 < SISAoe≤ 24.00*
5	*9.65 < SISAoe≤ 13.65*
4	*6.85 < SISAoe≤ 9.65*
3	*4.85 < SISAoe≤ 6.85*
2	*3.40 < SISAoe≤ 4.85*
1	*2.40 < SISAoe≤ 3.40*
0	*1.70< SISAoe≤ 2.40*
-1	*1.20 < SISAoe≤ 1.70*
-2	*0.85 < SISAoe≤ 1.20*
-3	*0.60 < SISAoe≤ 0.85*
-4	*0.43 < SISAoe≤ 0.60*
-5	*0.30 < SISAoe≤ 0.43*
-6	*0.21 < SISAoe≤ 0.30*
-7	*0.15 < SISAoe≤ 0.21*
-8	*0.11 < SISAoe≤ 0.15*
-9	*0.08 < SISAoe≤ 0.11*
-10	*0.06 < SISAoe≤ 0.08*
-11	*0.04 < SISAoe≤ 0.06*
-12	*0.03 < SISAoe≤ 0.04*
-13	*0.02 < SISAoe≤ 0.03*
-14	*0.01 < SISAoe≤ 0.02*
-15	*SISAoe≤ 0.01*
-16	*No hay predicción de exactitud disponible – utilice a su propio riesgo*

Tabla B-BDS-12-2. Correlación entre el índice $SISA_{ocb}$ y la $SISA_{ocb}$

Índice SISAocb	$SISA_{ocb}$ (en metros)
15	6144.00 < $SISA_{ocb}$ (o no hay predicción de exactitud disponible)
14	$3072.00 < SISA_{ocb} \leq 6144.00$
13	$1536.00 < SISA_{ocb} \leq 3072.00$
12	$768.00 < SISA_{ocb} \leq 1536.00$
11	$384.00 < SISA_{ocb} \leq 768.00$
10	$192.00 < SISA_{ocb} \leq 384.00$
9	$96.00 < SISA_{ocb} \leq 192.00$
8	$48.00 < SISA_{ocb} \leq 96.00$
7	$24.00 < SISA_{ocb} \leq 48.00$
6	$13.65 < SISA_{ocb} \leq 24.00$
5	$9.65 < SISA_{ocb} \leq 13.65$
4	$6.85 < SISA_{ocb} \leq 9.65$
3	$4.85 < SISA_{ocb} \leq 6.85$
2	$3.40 < SISA_{ocb} \leq 4.85$
1	$2.40 < SISA_{ocb} \leq 3.40$
0	$1.70 < SISA_{ocb} \leq 2.40$
-1	$1.20 < SISA_{ocb} \leq 1.70$
-2	$0.85 < SISA_{ocb} \leq 1.20$
-3	$0.60 < SISA_{ocb} \leq 0.85$
-4	$0.43 < SISA_{ocb} \leq 0.60$
-5	$0.30 < SISA_{ocb} \leq 0.43$
-6	$0.21 < SISA_{ocb} \leq 0.30$
-7	$0.15 < SISA_{ocb} \leq 0.21$
-8	$0.11 < SISA_{ocb} \leq 0.15$
-9	$0.08 < SISA_{ocb} \leq 0.11$
-10	$0.06 < SISA_{ocb} \leq 0.08$
-11	$0.04 < SISA_{ocb} \leq 0.06$
-12	$0.03 < SISA_{ocb} \leq 0.04$
-13	$0.02 < SISA_{ocb} \leq 0.03$
-14	$0.01 < SISA_{ocb} \leq 0.02$
-15	$SISA_{ocb} \leq 0.01$
-16	*No hay predicción de exactitud disponible – utilice a su propio riesgo*

3.1.4.2 DEFINICIONES DE PROTOCOLOS PARA APLICACIÓN DE DATOS

Nota. — En esta sección se definen las interrelaciones entre los parámetros del mensaje de radiodifusión de datos. Se proporcionan definiciones de los parámetros que no se transmiten, pero son utilizados por elementos de aeronave o por elementos que no son de aeronave, o por ambos tipos de elementos, y se definen los términos que se aplican para determinar la solución de navegación y su integridad.

3.1.4.2.1 Algoritmos de paridad

3.1.4.2.1.1 El mensaje D1 utiliza codificación BCH (15,11,1) como algoritmos de paridad, como se indica en la sección 3.1.4.1.2.1.5.

3.1.4.2.1.2 El mensaje B-CNAV1 y el mensaje B-CNAV2 utilizan CRC de 24 bits. La CRC se calculará como se indica en 3.7, mediante el siguiente polinomio generador:

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

donde
Gi = 1 para 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24, y
0 para los demás casos.

3.1.4.2.2 Parámetros de corrección del reloj del satélite

3.1.4.2.2.1 El tiempo del sistema BDS se calculará de la siguiente manera:

$$t=t_{SV}- \Delta t_{SV}$$

donde:

t = BDT en segundos en el momento de la transmisión de la señal;

t_{sv} = hora de la fase del código telemétrico expresada en segundos correspondiente al momento de la transmisión de la señal; y

Δt_{sv} = el desfase respecto de la hora de fase de código telemétrico del satélite expresada en segundos se define como sigue:

$\Delta t_{SV} = a_0 + a_1(t - t_{oc}) + a_2(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$

donde:
a_0, a_1 y a_2 y t_{oc} son parámetros transmitidos en la subtrama 1 del mensaje de navegación D1, en la subtrama 2 del B-CNAV1 y en los Tipos de mensaje 30, 31, 32, 33 y 34 de B-CNAV2; y Δt_r es el término de corrección del efecto relativista, definido como sigue:

$$\Delta t_r = F \cdot e \cdot \sqrt{A} \cdot \sin E_k ,$$

donde:

e, $\sqrt{A}$, Ek, son parámetros que pueden obtenerse de la subtrama 2 y de la subtrama 3 del mensaje de navegación D1, de la subtrama 2 del mensaje B-CNAV1 y de los Tipos de mensaje 10 y 11 de B-CNAV2;

$F = -2\mu^{1/2}/c^2$;
$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}$ $m^{3/s2}$ es el valor de la constante de gravitación universal de la Tierra; y

$c = 2{,}99792458 \times 10^8$ m/s es la velocidad de la luz.

3.1.4.2.2.2 El tiempo del sistema BDS respecto del UTC (NTSC). El desfase horario del sistema BeiDou con respecto al UTC se determinará utilizando datos de las señales B1l, B1C o B2a.

Nota 1. — En los documentos BDS OS B1I ICD, sección 5.2.4.18; BDS OS B1C ICD, sección 7.12; y BDS OS B2a ICD, sección 7.12, se proporciona más información sobre los parámetros de tiempo y algoritmos relativos al tiempo del sistema BeiDou con respecto al UTC.

3.1.4.2.3 Posición del satélite.

3.1.4.2.3.1 Solución de la posición del satélite B1I. La posición actual del satélite se calculará como se muestra en la tabla B BDS-13.

Nota 1. — La posición actual del satélite se define mediante parámetros de efemérides. Los parámetros de efemérides (toe, $\sqrt{A}$, e, ω, Δn, M_0, Ω_0, Ω, i_0, IDOT, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}) utilizados en la solución para la determinación de la posición del satélite B1I son parámetros transmitidos por la subtrama 2 y la subtrama 3 del mensaje de navegación D1.

Nota 2. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.2.4.12, se proporciona más información sobre parámetros de efemérides y algoritmos.

Tabla B BDS-13. Algoritmo de efemérides B1I

Pasos para realizar el cálculo	Descripción
$\mu = 3.986004418\times10^{14}\ m^3/s^2$	Valor de la constante de gravitación universal de la Tierra del BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7.2921150\times10^{-5}$ rad/s	Valor de la velocidad de rotación de la Tierra del BDCS
$\pi = 3.1415926535898$	Cociente entre la longitud de la circunferencia de un círculo y su diámetro
$A = (\sqrt{A})^2$	Cálculo del semieje mayor
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Cálculo de la velocidad de desplazamiento media (radianes/segundos)
$t_k = t - t_{oe}$ *	Cálculo del tiempo transcurrido desde el tiempo de referencia de efemérides
$n = n_0 + \Delta n$	Velocidad media corregida
$M_k = M_0 + nt_k$	Cálculo de la anomalía media
$M_k = E_k - e\sin E_k$	Ecuación de Kepler para la anomalía excéntrica (radianes)
$\begin{cases}\sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k}{1-e\cos E_k}\\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e\cos E_k}\end{cases}$	Cálculo de la anomalía real
$\phi_k = v_k + \omega$	Cálculo del argumento de latitud
$\begin{cases}\delta u_k = C_{us}\sin(2\phi_k) + C_{uc}\cos(2\phi_k)\\ \delta r_k = C_{rs}\sin(2\phi_k) + C_{rc}\cos(2\phi_k)\\ \delta i_k = C_{is}\sin(2\phi_k) + C_{ic}\cos(2\phi_k)\end{cases}$	Corrección de argumento de latitud Corrección de radio Corrección de inclinación
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Parámetros del argumento de latitud corregidos
$r_k = A(1 - e\cos E_k) + \delta r_k$	Radio corregido
$i_k = i_0 + IDOT\cdot t_k + \delta i_k$	Inclinación corregida
$\begin{cases}x_k = r_k\cos u_k\\ y_k = r_k\sin u_k\end{cases}$	Cálculo de las posiciones del satélite en el plano orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitud del nodo ascendente del BDCS corregida
$\begin{cases}X_k = x_k\cos\Omega_k - y_k\cos i_k\sin\Omega_k\\ Y_k = x_k\sin\Omega_k + y_k\cos i_k\cos\Omega_k\\ Z_k = y_k\sin i_k\end{cases}$	Coordenadas de satélites MEO/IGSO del BDCS

* En las ecuaciones, "t" es el tiempo de la transmisión de la señal en BDT. "t_k" es la diferencia total de tiempo entre t y el tiempo de referencia de la efemérides t_{oe}, luego de considerar los cruces para el principio y el final de la semana sustrayendo 604 800 segundos del t_k, si t_k es mayor que 302 400, o sumando 604 800 segundos al t_k si t_k es menor que -302 400 segundos.

3.1.4.2.3.2 Solución para la posición del satélite B1C y B2a. La posición actual del satélite se calculará como se indica en la Tabla B BDS-14.

Nota 1. — La posición actual del satélite se define mediante parámetros de efemérides. Los parámetros de efemérides (toe, SatType, ΔA, A, Δn 0, Δn_0, M_0, e, ω, Ω_0, i_0, Ω, i_0, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc}) utilizados en la solución de la posición del satélite de B1C y B2a son parámetros transmitidos por las subtramas 2 y 3 del mensaje de navegación B-CNAV1, o por los tipos de mensaje 10 y 11 del mensaje de navegación B-CNAV2.

Nota 2. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.7, y en el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.7, se proporciona más información sobre parámetros de efemérides y algoritmos.

Tabla B BDS-14. Algoritmo de efemérides B1C/B2a

Pasos para realizar el cálculo	Descripción
$\mu=3.986004418\times10^{14}\ m^3/s^2$	Constante gravitacional geocéntrica de BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7.2921150\times10^{-5}\ rad/s$	Valor de la velocidad de rotación de la Tierra del BDCS
$\pi = 3.1415926535898$	Cociente entre la longitud de la circunferencia de un círculo y su diámetro
$t_k = t - t_{oe}$ **	Tiempo transcurrido desde el tiempo de referencia de efemérides
$A_0 = A_{ref} + \Delta A$ *	Semieje mayor en el tiempo de referencia
$A_k = A_0 + (\dot{A})t_k$	Semieje mayor
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$	Cálculo de la velocidad de desplazamiento media (radianes/s) en el tiempo de referencia
$\Delta n_A = \Delta n_0 + 1/2\,\Delta\dot{n}_0 t_k$	Diferencia media de la velocidad de desplazamiento respecto al valor calculado
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Desplazamiento medio corregido
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalía media
$M_k = E_k - e\sin E_k$	Ecuación de Kepler para la anomalía excéntrica (radianes)
$\begin{cases}\sin V_k = \frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k}{1-e\cos E_k}\\ \cos V_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e\cos E_k}\end{cases}$	Anomalía real
$\phi_k = V_k + \omega$	Argumento de latitud
$\begin{cases}\delta u_k = C_{us}\sin(2\phi_k) + C_{uc}\cos(2\phi_k)\\ \delta r_k = C_{rs}\sin(2\phi_k) + C_{rc}\cos(2\phi_k)\\ \delta i_k = C_{is}\sin(2\phi_k) + C_{ic}\cos(2\phi_k)\end{cases}$	Corrección de argumento de latitud Corrección de radio Corrección de inclinación
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Argumento de latitud corregido
$r_k = A_k(1 - e\cos E_k) + \delta r_k$	Radio corregido
$i_k = i_0 + \dot{i}_0 \cdot t_k + \delta i_k$	Inclinación corregida
$\begin{cases}x_k = r_k\cos u_k\\ y_k = r_k\sin u_k\end{cases}$	Posición en plano orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitud corregida de nodo ascendente
$\begin{cases}X_k = x_k\cos\Omega_k - y_k\cos i_k\sin\Omega_k\\ Y_k = x_k\sin\Omega_k + y_k\cos i_k\cos\Omega_k\\ Z_k = y_k\sin i_k\end{cases}$	Coordenada del centro de fase de la antena del satélite MEO/IGSO en el BDCS

* Valor de referencia del semieje mayor: A_{ref} = 27906100m (MEO) A_{ref} = 42162200m (IGSO/GEO).

** En la ecuación, t es el tiempo BDT de la transmisión de la señal; es decir, el tiempo BDT corregido para el tiempo de tránsito; t_k es la diferencia total de tiempo entre t y el tiempo de referencia de efemérides t_{oe}, luego de tener en cuenta los cruces de principio, luego de considerar los cruces para el principio y el final de la semana sustrayendo 604 800 segundos del t_k, si t_k es mayor que 302 400, o sumando 604 800 segundos al t_k si t_k es menor que -302 400 segundos.

3.1.4.2.4 Correcciones de retardo ionosférico.

3.1.4.2.4.1 Corrección por retardo ionosférico de B1I. La corrección del retardo ionosférico de B1I se calculará como se indica en la Tabla B BDS-15.

Tabla B BDS-15. Cálculo del retardo ionosférico de frecuencia única para B1I

Pasos para realizar el cálculo	Descripción
t_E	t_E es el SOW en BDT calculado por el usuario.
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{R}{R+h}\cdot\cos E\right)$	Ψ es el ángulo central de la Tierra (en radianes) entre en la posición del usuario y el punto de penetración ionosférica (IPP). R es el radio medio de la Tierra (6 378 km). E es la elevación del satélite (en radianes) desde la posición del usuario. H es la altura de la ionosfera (375 km).
$\phi_M = \arcsin(\sin\phi_u \cdot \cos\psi + \cos\phi_u \cdot \sin\psi \cdot \cos A)$	ϕ_M es la latitud geográfica de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra, en radianes; A es el azimut al satélite desde la posición del usuario, en radianes.
$\lambda_M = \lambda_u + \arcsin\left(\frac{\sin\psi \cdot \sin A}{\cos\phi_M}\right)$	λM es la longitud geográfica de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra, en radianes.
$t = (t_E + \lambda_M \times 43200/\pi)[\mathrm{modulo}\ 86400]$	t es el tiempo local (de 0 a 86 400 s) para la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra.
$A_2 = \begin{cases} \sum_{n=0}^{3} \alpha_n \left\lvert \phi_M / \pi \right\rvert^n, & A_2 \geq 0 \\ 0, & A_2 < 0 \end{cases}$	A2 es la amplitud de la curva del coseno durante el día, del Modelo de Klobuchar, calculada a partir de α_n; α_n: coeficientes transmitidos en la subtrama 3 del mensaje de navegación D1.
$A_4 = \begin{cases} 172800, & A_4 \geq 172800 \\ \sum_{n=0}^{3} \beta_n \left\lvert \phi_M / \pi \right\rvert^n, & 172800 > A_4 \geq 72000 \\ 72000, & A_4 < 72000 \end{cases}$	A4 es el período de la curva del coseno en segundos; β_n son los coeficientes transmitidos en la subtrama 3 del mensaje de navegación D1.
$I_z'(t) = \begin{cases} 5\times10^{-9} + A_2 \cos\left[\frac{2\pi(t-50400)}{A_4}\right], & \lvert t-50400\rvert < A_4/4 \\ 5\times10^{-9}, & \lvert t-50400\rvert \geq A_4/4 \end{cases}$	$I_z'(t)$ es la corrección del retardo ionosférico vertical.
$I_{B1I}(t) = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{R}{R+h}\cdot\cos E\right)^2}} \cdot I_z'(t)$	$I_{B1I(t)}$ es el retardo ionosférico en la trayectoria de propagación B1I.

Nota 1. — En el documento BDS OS B1I ICD, sección 5.2.4.7, se proporciona más información sobre los parámetros de corrección del retardo ionosférico y los algoritmos de usuario.

3.1.4.2.4.2 Corrección del retardo ionosférico en B1C y B2a.

3.1.4.2.4.2.1 Retardo ionosférico de frecuencia única. La corrección del retardo ionosférico en B1C o B2a se calculará como se indica en la Tabla B BDS-16.

Tabla B BDS-16. Cálculo del retardo ionosférico de frecuencia única para B1C y B2a

Pasos para realizar el cálculo	Descripción
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{\mathrm{Re}}{\mathrm{Re} + \mathrm{H}_{ion}} \cdot \cos E\right)$	ψ indica el ángulo central de la Tierra entre la posición del usuario y el IPP E es el ángulo de elevación entre el usuario y el satélite (en radianes); H_{ion} es la altura de la capa delgada ionosférica (400 km) Re es el radio medio de la Tierra (6378 km).
$\begin{cases} \varphi_g = \arcsin(\sin\varphi_u \cdot \cos\psi + \cos\varphi_u \cdot \sin\psi \cdot \cos A) \\ \lambda_g = \lambda_u + \arctan\left(\frac{\sin\psi \cdot \sin A \cdot \cos\varphi_u}{\cos\psi - \sin\varphi_u \cdot \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	φ_g es la latitud geográfica de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra λ_g es la longitud geográfica de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra φ_u es la latitud geográfica el usuario λ_u es la longitud geográfica del usuario A es el ángulo acimutal entre el usuario y el satélite (en radianes);
$\begin{cases} \varphi_m = \arcsin\left(\sin\varphi_M \cdot \sin\varphi_g + \cos\varphi_M \cdot \cos\varphi_g \cdot \cos(\lambda_g - \lambda_M)\right) \\ \lambda_m = \arctan\left(\frac{\cos\varphi_g \cdot \sin(\lambda_g - \lambda_M) \cdot \cos\varphi_M}{\sin\varphi_M \cdot \sin\varphi_m - \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	φ_m es la latitud geomagnética de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra en el marco de referencia fijo respecto a la Tierra λ_m es la longitud geomagnética de la proyección del IPP sobre la superficie de la Tierra en el marco de referencia fijo respecto a la Tierra λ_M es la longitud geográfica del polo norte magnético: $\lambda_M = \frac{-72.58°}{180°} \cdot \pi$ rad φM es la latitud geográfica del polo norte magnético: $\varphi_M = \frac{80.27°}{180°} \cdot \pi$ rad
$S_{lon} = \pi \cdot \left(1 - 2 \cdot \left(t - \mathrm{int}(t)\right)\right)$	S_{lon} es la longitud geográfica media del sol (en radianes) t es el tiempo (en días) de la época del cálculo expresada en la fecha modificada del calendario juliano (MJD) $\mathrm{int}(\cdot)$ es un redondeo hacia abajo

Pasos para realizar el cálculo	Descripción
$\begin{cases} \varphi' = \varphi_m \\ \lambda' = \lambda_m - \arctan\left(\dfrac{\sin(S_{ion} - \lambda_M)}{\sin\varphi_M \cdot \cos(S_{ion} - \lambda_M)}\right) \end{cases}$	φ' es la latitud geomagnética del IPP en el marco de referencia fijo respecto al sol λ' es la longitud geomagnética del IPP en el marco de referencia fijo respecto al sol
$\begin{cases} P_{n,n}(\sin\varphi') = (2n-1)!!\left(1-(\sin\varphi')^2\right)^{n/2}, & n = m \\ P_{n,m}(\sin\varphi') = \sin\varphi' \cdot (2m+1) \cdot P_{m,m}(\sin\varphi'), & n = m+1 \\ P_{n,m}(\sin\varphi') = \dfrac{(2n-1)\cdot\sin\varphi'\cdot P_{n-1,m}(\sin\varphi') - (n+m-1)\cdot P_{n-2,m}(\sin\varphi')}{n-m}, & else \end{cases}$	$P_{n,m}$ es la función de Legendre clásica, no normalizada $(2n-1)!! = (2n-1)\cdot(2n-3)\cdots 1$ $P_{0,0}(\sin\varphi') = 1$
$\begin{cases} N_{n,m} = \sqrt{\dfrac{(n-m)!\,(2n+1)\cdot(2-\delta_{0,m})}{(n+m)!}} \\ \delta_{0,m} = \begin{cases} 1, & m = 0 \\ 0, & m > 0 \end{cases} \end{cases}$	$N_{n,m}$ es la función de normalización
$\tilde{P}_{n,m} = N_{n,m} \cdot P_{n,m}$	$\tilde{P}_{n,m}$ es la función de Legendre normalizada de grado n y orden n
$A_i = \begin{cases} \tilde{P}_{|n_i|,|m_i|}(\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') & m_i \geq 0 \\ \tilde{P}_{|n_i|,|m_i|}(\sin\varphi') \cdot \sin(-m_i \cdot \lambda') & m_i < 0 \end{cases}$	Los valores de n_i y m_i se muestran en la Tabla B BDS-17.
$\begin{cases} \beta_j = a_{0,j} + \sum_{k=1}^{12}\left(a_{k,j}\cdot\cos\left(\omega_k \cdot t_p\right) + b_{k,j}\cdot\sin\left(\omega_k \cdot t_p\right)\right) \\ \omega_k = \dfrac{2\pi}{T_k} \end{cases}$	$a_{k,j}$ y $b_{k,j}$ son los coeficientes que no se transmiten del modelo mundial de corrección del retardo ionosférico de BeiDou (BDGIM); T_k es el período para la predicción correspondiente a los coeficientes individuales que no se transmiten; t_p es la hora impar del día (01:00:00, 03:00:00, 05:00:00..., o 23:00:00 en MJD) más cercana a la época del cálculo.
$\begin{cases} A_0 = \sum_{j=1}^{17}\beta_j \cdot B_j, \\ B_j = \begin{cases} \tilde{P}_{|n_j|,|m_j|}(\sin\varphi') \cdot \cos(m_j \cdot \lambda') & m_j \geq 0 \\ \tilde{P}_{|n_j|,|m_j|}(\sin\varphi') \cdot \sin(-m_j \cdot \lambda') & m_j < 0 \end{cases} \end{cases}$	A_0 es el retardo ionosférico predictivo (en TECu)
$VTEC = A_0 + \sum_{i=1}^{9}\alpha_i A_i$	VTEC es el retardo ionosférico vertical (en TECu) del IPP
$M_F = \dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\mathrm{Re}}{\mathrm{Re}+\mathrm{H}_{ion}}\cdot\cos(E)\right)^2}}$	M_F es la función de mapeo ionosférico del IPP
$T_{ion} = M_F \cdot \dfrac{40.28\times10^{16}}{f^2}\cdot VTEC$	T_{ion} es la corrección por retardo ionosférico.

Tabla B BDS-17. Valores de n_i y m_i

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_i / m_i	0/0	1/0	1/1	1/-1	2/0	2/1	2/-1	2/2	2/-2

Nota. — En los documentos BDS OS B1C ICD, sección 7.8.2, Tabla 7-12, y BDS OS B2a ICD, sección 7.8.2, Tabla 7-12, se proporciona más información sobre los parámetros del modelo de corrección por retardo ionosférico transmitidos en B1C y B2a y los algoritmos de usuario.

3.1.4.2.4.2.2 Corrección por retardo ionosférico de frecuencia doble

Para el usuario de frecuencia doble que aplique las señales B1C y B2a, el efecto del retardo ionosférico se corregirá utilizando la pseudodistancia libre de ionosfera en las dos frecuencias. La pseudodistancia libre de ionosfera en doble frecuencia del componente piloto de la señal B1C y del componente piloto de la señal B2a (PRODUCTOB1Cp-B2ap) se calculará de la siguiente manera:

$$PR_{\text{B1Cp-B2ap}} = \frac{PR_{\text{B2ap}} - k_{12} \cdot PR_{\text{B1Cp}}}{1 - k_{12}} - \frac{\text{C} \cdot (\text{T}_{\text{GDB2ap}} - k_{12} \cdot \text{T}_{\text{GDB1Cp}})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistancia libre de ionosfera en doble frecuencia del componente piloto de la señal B1C y del componente de datos de la señal B2a (PRODUCTOB1Cp-B2ad) se calculará de la siguiente manera:

$$PR_{\text{B1Cp-B2ad}} = \frac{PR_{\text{B2ad}} - k_{12} \cdot PR_{\text{B1Cp}}}{1 - k_{12}} - \frac{\text{C} \cdot (\text{T}_{\text{GDB2ap}} + \text{ISC}_{\text{B2ad}} - k_{12} \cdot \text{T}_{\text{GDB1Cp}})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistancia en doble frecuencia del componente de datos de la señal B1C y del componente piloto de la señal B2a (PRODUCTOB1Cd-B2ap) se calculará de la siguiente manera:

$$PR_{\text{B1Cd-B2ap}} = \frac{PR_{\text{B2ap}} - k_{12} \cdot PR_{\text{B1Cd}}}{1 - k_{12}} - \frac{\text{C} \cdot (\text{T}_{\text{GDB2ap}} - k_{12} \cdot \text{T}_{\text{GDB1Cp}} - k_{12} \cdot \text{ISC}_{\text{B1Cd}})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistancia en doble frecuencia del componente de datos de la señal B1C y del complemente de datos de la señal B2a (PRODUCTOB1Cd-B2ad) se calculará de la siguiente manera:

$$PR_{\text{B1Cd-B2ad}} = \frac{PR_{\text{B2ad}} - k_{12} \cdot PR_{\text{B1Cd}}}{1 - k_{12}} - \frac{\text{C} \cdot (\text{T}_{\text{GDB2ap}} + \text{ISC}_{\text{B2ad}} - k_{12} \cdot \text{T}_{\text{GDB1Cp}} - k_{12} \cdot \text{ISC}_{\text{B1Cd}})}{1 - k_{12}}$$

donde $k_{12} = \left(\frac{1575.42}{1176.45}\right)^2$, es el factor asociado con la frecuencia;

PR_{B1Cp} es la pseudodistancia del componente piloto de la señal B1C medida (corregida mediante la corrección del error de reloj, pero no para TGDB1Cp);

PR_{B1Cd} es la pseudodistancia del componente de datos de la señal B1C medida (corregida mediante la corrección del error de reloj, pero no para TGDB1Cp y ISCB1Cd);

PR_{B2ap} es la pseudodistancia del componente piloto de la señal B2a medida (corregida mediante la corrección del error de reloj, pero no para TGDB2ap);

PR_{B2ad} es la pseudodistancia del componente de datos de la señal B2a medida (corregida mediante la corrección del error de reloj, pero no para TGDB2ad y ISCB2ad);

T_{GDB1Cp} es la diferencia de retardo de grupo del componente piloto de la señal B1c;

T_{GB2ap} es la diferencia de retardo de grupo del componente piloto de la señal B2a;

ISC_{B1Cd} es la diferencia del retardo de grupo entre el componente de datos de la señal B1C y el componente piloto de la señal B1C;

ISC_{B2ad} es la diferencia del retardo de grupo entre el componente de datos de la señal B2a y el componente piloto de la señal B2a;

c = 2.99792458×108 m/s es la velocidad de la luz.

Nota 1. — En el documento BDS OS B1C ICD, sección 7.8, se proporciona más información sobre los parámetros del modelo de retardo ionosférico de la señal B1C.

Nota 2. — En el documento BDS OS B2a ICD, sección 7.8, se proporciona más información sobre los parámetros del modelo de retardo ionosférico de la señal B2a.
3.1.4.2.5 Cálculo de la SISA para B1C y B2a.

La exactitud de la señal en el espacio (SISA) para la integridad se calculará de la siguiente manera:

$$SISA = \sqrt{\left(SISA_{oe} \times \sin 14^{\circ}\right)^2 + SISA_{oc}{}^2}$$

donde
SISAoe es el valor límite superior correspondiente al índice SISAoe “N” que se transmite en la subtrama 3 del B-CNAV1 para B1C y en los tipos de mensajes 34 y 40 del B-CNAV2 para B2a, respectivamente (como se define en 3.1.4.1.3.2.8) según se indica en la Tabla B BDS-12 -1.

El SISAoc se calculará mediante las siguientes ecuaciones (en metros):

$$SISA_{OC} = SISA_{ocb} + SISA_{OC1}\,(t\text{-}t_{op}),\ \text{para}\ t\text{-}t_{op} \leq 93600S$$
$$SISA_{OC} = SISA_{ocb} + SISA_{OC1}\,(t\text{-}t_{op}) + SISA_{OC2}\,(t - t_{op} - 93600)^2,\ \text{para}\ t\text{-}t_{op} > 93600S$$

donde

SISAocb es el valor límite superior correspondiente al índice SISAocb "N" que se transmite en la subtrama 3 del B-CNAV1 para B1C y en los tipos de mensajes 34 y 40 del B-CNAV 2 para B2a, respectivamente (como se define en 3.1.4.1.3.2.8) según se indica en la Tabla B BDS-12-2;

SISAoc1 es la exactitud de la deriva del reloj del satélite en metros por segundo, derivada de SISAIoc1 (como se define en 3.1.4.1.3.2.8) de la siguiente manera:

$$SISA_{OC1} = 2^{-(SISAIOC1+14)}$$

$SISA_{oc2}$ es la exactitud de la deriva del reloj del satélite en metros por segundo, derivada de $SISAI_{oc2}$ (como se define en 3.1.4.1.3.2.8) de la siguiente manera:

$$SISA_{OC2} = 2^{-(SISAIOC2+28)}$$

donde

t es el tiempo del sistema BDS en segundos;

t_{op} es el tiempo de la semana para la predicción de datos, en segundos, que se transmite en la subtrama 3 del B-CNAV1 para B1C y en los tipos de mensajes 34 y 40 del B-CNAV2 para B2a, respectivamente.

3.1.4.3 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.1.4.3.1 RECEPTOR DEL BDS

3.1.4.3.1.1 Seguimiento de satélites. El receptor tendrá la capacidad de efectuar un seguimiento continuo de por lo menos cuatro satélites BDS y generará una solución de posición basada en dichas mediciones.

3.1.4.3.1.2 Desplazamiento Doppler. El receptor será capaz de compensar los efectos dinámicos del desplazamiento Doppler en las mediciones de fase de la portadora de la señal nominal del OS del BDS y del código normalizado. El receptor compensará el desplazamiento Doppler exclusivo de la aplicación prevista.

3.1.4.3.1.3 Resistencia a interferencias. El receptor satisfará los requisitos de resistencia a interferencias, según lo especificado en 3.7.

3.1.4.3.1.4 Aplicación de datos de reloj y de efemérides. El receptor se asegurará de que está utilizando los datos correctos de efemérides y de reloj antes de presentar cualquier solución de posición. Para B1l, el receptor monitorizará los parámetros t_{oc} y t_{oe} para actualizar los datos de reloj y efemérides basándose en el cambio detectado en estos parámetros. Para las señales B1C y B2a, el receptor monitorizará los parámetros IODC y IODE para actualizar los datos de reloj y efemérides basándose en el cambio detectado en esos parámetros.

3.1.4.4 TIEMPO

El tiempo de referencia para el BDS será el Tiempo del Sistema de Navegación por Satélite BeiDou (BDT). El BDT adoptará la unidad segundos del Sistema Internacional de Unidades (SI), y se acumulará continuamente sin segundos intercalares. La época de inicio del BDT será las 00:00:00 del 1 de enero de 2006 del Tiempo Universal Coordinado (UTC). El BDT se conectará con el UTC mediante UTC (NTSC), y el desfase de BDT respecto de UTC se mantendrá en 50 nanosegundos como máximo (segundo Módulo 1). Los segundos intercalares se transmitirán en el mensaje de navegación (NAV).

3.1.4.5 SISTEMA DE COORDENADAS

3.1.4.5.1 Sistema de coordenadas de BeiDou. Las efemérides de la transmisión del BDS describirán la posición del centro de la fase de antena transmisora de un satélite determinado del Sistema de Coordenadas de BeiDou (BDCS).
3.1.4.5.2 La diferencia entre la materialización del ITRF y del BDCS no excederá de 3 cm (95 %).

Nota 1. — BDCS, el marco de referencia terrestre para BDS, y WGS-84 son dos materializaciones del ITRF. La diferencia entre el BDCS y el WGS-84 utilizado en el GPS se considera insignificante para la aviación.

3.3 Uso combinado del GPS y GLONAS

3.3.1 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.3.1.1 Receptor GNSSpara constelaciones múltiples.
El receptor GNSS para constelaciones múltiples procesará las señales de dos o más constelaciones de conformidad con los requisitos especificados en 3.1.1.3.1, receptor GPS y 3.1.2.3.1 receptor GLONASS

3.3.1.1.1 Resistencia a interferencias. El receptor GNSS para constelaciones múltiples satisfará los requisitos particulares de las constelaciones principales de satélites, procesados conforme a lo especificados en 3.7.

3.3.1.2 Antenas. Se recibirán las señales de las constelaciones principales de satélites en una o más antenas.

3.3.1.3 La información sobre posición proporcionada por un receptor del GNSS de múltiples constelaciones se expresará en las coordenadas de tierra WGS-84.

3.3.1.4 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.

3.3.1.4.1 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.

3.4 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)

RESERVADO.

3.5 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

3.5.1 GENERALIDADES

Nota.— Los parámetros geodésico de esta sección han sido definidos en términos de WGS-84.

3.5.1.1 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.

Nota. — 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.

3.5.1.2 Definición de la seudodistancia SBAS.

3.5.1.2.1 Adaptación a portadora. La adaptación a portadora se definirá con el siguiente filtro:

$$P_{CSC,k} = \alpha P_{med} + (1 - \alpha)\, Pproy$$
$$P_{proy} = (P_{CSC,k-1} + \Delta dist\_portadora)$$

donde:

$P_{CSC,k}$	=	la seudodistancia del código adaptado a portadora a la hora k;
PCSC,k-1	=	la seudodistancia del código adaptado a portadora anterior a la hora k-1;
P_{med}	=	la seudodistancia 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.

$$\text{Pmed} = \begin{cases} frecuencia\ única: & P_{1,k} \\ libre\ de\ ionosfera: & \dfrac{\gamma_{12}(P_{1,k}) - (P_{2,k})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

donde:

$P_{n,k}$ = la seudodistancia en bruto de la frecuencia n a la hora k; y

γ12 = la raíz cuadrada de la relación entre la frecuencia 1 y la frecuencia 2;

$$\Delta \text{dist\_portadora} = \begin{cases} frecuencia\ única: & (\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) \\ libre\ de\ ionosfera: & \dfrac{\gamma_{12}(\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) - (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k-1})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

donde:

φn,k = la portadora acumulada en metros para la frecuencia n a la hora k; y

φn,k-1 = la portadora acumulada en metros para la frecuencia n a la hora k-1.

3.5.1.2.2 Seudodistancia corregida. La seudodistancia corregida de un satélite dado i a la hora t es:

$$PR_{i,corregida} = P_{CSC,i} + TC_i + b_i$$

donde:

$P_{CSC,i}$ = la seudodistancia adaptada (que se define en 3.5.1.1);

TC_i = la corrección troposférica (que se define en 3.5.5.3 para el SBAS); y

b_i = la corrección del reloj

3.5.2 CARACTERISTICAS RF de SBAS L1

3.5.2.1 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 periodo de 1 a 10 segundos.

3.5.2.2 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).

3.5.2.3 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.

3.5.2.4 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 numero de elementos de código por 1 540, y el cambio de fase de portadora de radiodifusión, en ciclos, estará dentro de un ciclo de portadora (desviación estándar).

3.5.2.5 Pérdida de correlación. La perdida 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.

Nota.— La pérdida de potencia de la señal es la diferencia entre la potencia de radiodifusión en una anchura de banda de 2 046 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.

3.5.2.6 Desviación máxima de fase de código. La máxima fase de código no corregida de la señal de radiodifusión L1 no se desviara del tiempo equivalente en la red SBAS (SNT) para la señal L1 de SBAS en mas de $\pm 2^{-20}$ segundos.

3.5.2.7 Coherencia de código/datos. Cada símbolo de 2 milisegundos estará sincronizado con cada otra época de código.

3.5.2.8 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.

3.5.2.9 Codificación convolucional. Se codificara 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 sera segun lo ilustrado en la Figura B-11 con la salida G3 seleccionada para la primera mitad de cada periodo de bits de datos de cuatro milisegundos.

3.5.2.10 Códigos de ruido seudoaleatorio (PRN). Cada código PRN será un código Gold de 1 023 bits que es por si mismo la adición modulo 2 de dos configuraciones lineales de 1 023 bits, G1 y G2i. Se formara la secuencia G2i retardando la secuencia G2 por el correspondiente numero entero de elementos, según lo ilustrado en la Tabla B-23. 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 modulo 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 “1111111111”.

3.5.3 ESTRUCTURA DE DATOS DE LA SEÑAL L1 DEL SBAS

Nota.— 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).

3.5.3.1 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-12.

3.5.3.2 Preámbulo. Para la señal L1, el preámbulo constara 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.

3.5.3.3 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-24. El identificador de tipo de mensaje será transmitido con el MSB en primer lugar.

3.5.3.4 Campo de datos. El campo de datos de L1 será de 212 bits según lo definido en 3.5.6. Cada parámetro de campo de datos será transmitido con MSB en primer lugar.

3.5.3.5 Verificación de redundancia cíclica (CRC). Se calculara el código CRC de mensaje SBAS en L1 de conformidad con 3.9.

3.5.3.5.1 La longitud del código CRC será de k = 24 bits.

3.5.3.5.2 El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^{7} + x^{6} + x^{5} + x^{4} + x^{3} + x + 1$$

3.5.3.5.3 El campo de información CRC, M(x) , será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \ldots + m_{226} x^{0}$$

Tabla B-23. Códigos PRN de la señal L1 del SBAS

Número de código PRN	Retardo G2 (elementos)	Primeros 10 elementos SBAS (el bit 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	0000001011
127	657	1000110000
128	634	0010100101
129	762	0010100101
130	355	1100011110
131	1012	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
142	307	0100110101
144	127	0111001111
145	211	0010001111
146	121	1111100010
147	118	1100010010
148	163	1100100010
149	628	0101010011
150	853	0111011110
151	484	1110011101
152	289	0001011110
153	811	0010111011

Tabla B-23. Códigos PRN de la señal L1 del SBAS

Número de código PRN	Retardo G2 (elementos)	Primeros 10 elementos SBAS (el bit más a la izquierda representa el primer elemento transmitido, en binario)
154	202	1000010110
155	1021	0000000011
156	463	1110111000
157	568	0110010100
158	904	0010011101

Tabla B-24. Tipos de mensaje de radiodifusión

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

Nota.— Los mensajes en L1 (Tabla B-24) se usan con el servicio SBAS L1 y los mensajes en L5 (Tabla B-90) 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.

3.5.3.5.4 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 m1 corresponda al primer bit transmitido del preámbulo y m_{226} corresponda al bit 212 del campo de datos.

3.5.3.5.5 Se establecerá el orden de transmisión de los bits o del código CRC de forma que r1 sea el primer bit transmitido y r24 sea el último bit transmitido
.

3.5.4 CONTENIDO DE DATOS DE SBAS L1

3.5.4.1 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-25.

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.

Nota.— 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.

Nota.— 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.

Nota.— Los parámetros se radiodifunden en los siguientes mensajes:

a) máscara PRN (constituida por 210 valores de máscara PRN) en el mensaje de tipo 1;

b) número de máscara PRN en los mensajes de tipos 24, 25 y 28;

c) número de código PRN en el mensaje de tipo 17; y

d) IODP en los mensajes de tipo 1 a 5, 7, 24, 25 y 28.

3.5.4.2 Parámetros de función telemétrica de órbita geoestacionaria (GEO). Los parámetros de función telemétrica GEO serán los siguientes:

$t_{0,GEO}$: hora de referencia para los datos de la función telemétrica GEO, expresada como hora del día.

$[X_G Y_G Z_G]$: 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 $t_{0,GEO}$.

a_{Gf0}: desplazamiento horario del reloj GEO respecto a la SNT para SBAS L1, definido a la hora $t_{0,GEO}$.
a_{Gf1}: cambio de deriva del reloj GEO respecto a la 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-26.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 9.

3.5.4.3 Parámetros de almanaque GEO. Los parámetros de almanaque GEO serán los siguientes:

Número de código PRN: véase 3.5.4.1.

Tabla B-25. 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-26. 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”

Nota.— Los valores URA de 0 a 14 no se usan en los protocolos para la aplicación de datos (3.5.5). Los receptores de a bordo no usarán la función telemétrica de la GEO si la URA indica “No utilizar” (3.5.8.3).

Tabla B-27. 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	A-SBAS
8	SPAN
9	Reservado para SBAS
10	PAK-SBAS
11 a 13	Extra Reservado para SBAS
14, 15	Reservado
16 a 31	Reservado para proveedores de SBAS que solo operen con SBAS DFMC

Nota 1.— Se utiliza la ID de proveedor de servicio 14 para el GBAS y no es aplicable al SBAS.

Nota 2.— No es posible codificar ID de proveedores de servicio entre 16 y 31 en el mensaje SBAS L1.

Tabla B-28. IOD_i para satélites GLONASS

MSB	LSB
Intervalo de validez (5 bits)	Tiempo de latencia (3 bits)

Funcionalidad y estado: indicación de las funciones proporcionadas por el SBAS. Los identificadores de proveedor de servicio se presentan en la Tabla B-27:

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 $t_{almanaque}$.

$[\dot{X}_{G,A}\dot{Y}_{G,A}\dot{Z}_{G,A}]$: la velocidad del GEO a la hora $t_{almanaque}$.

$t_{almanaque}$: hora de referencia para datos de almanaque GEO, expresada como la hora después de medianoche del día en curso.

Nota.– Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 17.

3.5.4.4 PARÁMETROS DE RADIODIFUSIÓN DE CORRECCIÓN DE SATÉLITE

3.5.4.4.1 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.

Nota 1.— Para el GPS, IOD_i coincidirá con IODE y los 8 LSB de IODC (véanse 3.1.1.3.1.4 y 3.1.1.3.2.2).

Nota 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-28.

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.

$\delta a_{i,f0}$: 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.

$\delta a_{i,f1}$: 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, $\delta a_{i,f0}$, $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,f1}$, expresada en segundos después de la medianoche del día en curso.

Código de velocidad: indicador de la radiodifusión de formato de mensaje (Tabla B-48 y Tabla B-49).

Codificación: 0 = $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,f1}$ no se radiodifunden.
1 = $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ y $\delta a_{i,f1}$ se radiodifunden.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipos 24 y 25

3.5.4.4.2 Los parámetros de corrección rápida serán los siguientes:

Corrección rápida (FCi): para el satélite i, la corrección de seudodistancia respecto a errores de rápida variación, excepto los errores troposféricos o ionosféricos, por añadir a la seudodistancia después de aplicada la corrección a largo plazo.

Nota.— El receptor de usuario aplica correcciones troposféricas por separado (3.5.8.4.2 y 3.5.8.4.3).
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 (IODFj): indicador que asocia UDREIi a las correcciones rápidas. El índice j denotará el tipo de mensaje (j = 2 a 5) al que se aplica IODFj (identificador de tipo de corrección rápida + 2).

Nota.— Se radiodifunde el identificador de tipo de corrección rápida en los mensajes de tipo 24. Los FCi se radiodifunden en los mensajes de tipos 2 a 5 y 24. Los IODFj se radiodifunden en los mensajes de tipos 2 a 6 y de tipo 24.

3.5.4.5 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 $\sigma^2_{i,UDRE}$ para el satélite i según lo descrito en la Tabla B-29.

Varianza modelo de errores residuales de reloj y de efemérides ($\sigma^2_{i,UDRE}$) la varianza de la distribución normal asociada a los errores la varianza de la distribución normal asociada a los errores de distancia diferencial del usuario para el satélite i después de aplicadas las correcciones rápida 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).

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipo 2 a 6 y de tipo 24.

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-30.

Máscara de banda IGP: un conjunto de valores de máscara IGP que corresponde a todos

Tabla B-29. Evaluación de $UDREI_i$

$UDREI_i$	$\sigma^2_{i,UDRE}$
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"

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 numero de mascaras de banda IGP que se radiodifunde.

Identificador de banda IGP: el numero que identifica la banda ionosferica según lo definido en la Tabla B-30.
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 mascara de banda IGP que tenga los valores de mascara IGP iguales a "1". Se numeran los bloques IGP en orden de transmision de valor de mascara 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-31.
Tiempo de latencia (L): intervalo de tiempo entre el momento en que el segmento de tierra ha recibido la ultima efemérides GLONASS y el momento de la transmisión del primer bit del mensaje de corrección a largo plazo en GEO (t_{ltc}) como se describe
en la Tabla B-32.

$IODI_k$: una indicación del momento en que cambia la mascara de la k-esima 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 “111111111” indicara “no utilizar”.

$GIVEI_i$: un indicador que define $\sigma^2_{i,GIVE}$ según lo descrito en la Tabla B-33.

Tabla B-30. 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	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	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

Lugar IGP		Orden de transmisión en la máscara de banda IGP
10 W	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	51– 77
5 W	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
0	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	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	85S, 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	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, 85N	51 – 77
75 E	85 W 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	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	55 W 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
110 E	85S, 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	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

	Lugar IGP	Orden de transmisión en la máscara de banda IGP
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-31. Intervalo de validez

Datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Intervalo de validez (V)	5	30 s a 960 s	30 s

Tabla B-32. Tiempo de latencia

Datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Tiempo de latencia (L)	3	0 s a 120 s	30 s

Tabla B-33. Evaluación de $GIVEI_i$

$GIVEI_i$	$\sigma 2_{i,GIVE}$
0	0,0084 m^2
1	0,0333 m^2
2	0,0749 m^2
3	0,1331 m^2
4	0,1331 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”

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.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en los mensajes de tipos 18 y 26.

3.5.4.7 Parámetros de degradación. Los parámetros de degradación, siempre que se utilicen, serán los siguientes:

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (ai_i): un indicador del factor de degradación de corrección rápida (a_i) para el i-ésimo satélite según lo descrito en la Tabla B-34.
Nota.— También se utiliza el ai_i para definir el intervalo de expiración para correcciones rápidas, según lo descrito en 3.5.8.1.2.

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 3.5.5.6.2.2.

C_{ltc_lsb}: el error máximo de redondear debido a la resolución de la información de órbita y de reloj.

C_{ltc_v1}: 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_{ltc_v1}: el intervalo de actualización para correcciones a largo plazo si el código de velocidad = 1 (véase 3.5.4.4.1).

C_{ltc_v0}: un parámetro que limita la diferencia entre dos correcciones consecutivas a largo plazo para satélites con código de velocidad = 0.

I_{ltc_v0}: el intervalo mínimo de actualización para mensajes a largo plazo si el código de velocidad = 0 (véase 3.5.4.4.1).

C_{GEO_lsb}: el error máximo de redondeo debido a la resolución de la información de órbita y de reloj.

Tabla B-34. Factor de degradación de corrección rápida

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (ai_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	0,12mm/s^2
4	0,15 mm/s^2
5	0,20mm/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_v}: 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 orbita.
I_{GEO}: el intervalo de actualización para mensajes de función telemétrica GEO.
C_{er}: el limite del error residual asociado al uso de datos mas allá de la aproximación de precisión/aproximación con expiración de guía vertical.

C_{iono_step}: el limite de la diferencia entre valores sucesivos de retardo de retícula ionosferica.

I_{iono}: intervalo mínimo de actualización para mensajes de corrección ionosferica.

$C_{iono\ ramp}$: el índice de cambio de las correcciones ionosfericas.

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 ionosfericos.

Codificación: 0 = residuos de corrección sumados linealmente.
1 = residuos de corrección por media cuadrática.

$C_{covarianza}$: termino que se utiliza para compensar el efecto de la cuantificación al utilizar el mensaje de tipo 28.

Nota 1.— 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.

Nota 2.— Si no se radiodifunde el mensaje de tipo 28, no se aplica la $C_{covarianza}$.

3.5.4.8 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-35.

Cuenta de tiempo de semana GPS: el numero de segundos transcurridos desde la transicion desde la semana GPS anterior (similar al parámetro GPS en 3.1.1.2.6.1 pero con una resolución de 1 segundo).

Número de semana GPS (cuenta de semana): véase 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 ($\delta_{ai,GLONASS)}$: Parámetro que representa la parte estable del desplazamiento entre la hora GLONASS L1 y la hora de red SBAS L1.

Nota.— Si el SBAS L1 no da apoyo al GLONASS, el $\delta_{ai,GLONASS}$ no es aplicable.

Parámetros UTC: A_{1SNT}, A_{0SNT}, t_{0t}, WN_t, Δt_{LS}, WN_{LSF}, DN y Δt_{LSF} se describen en 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.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 12.

Tabla B-35. 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 el observatorio de parís
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

Nota.— No es posible codificar ID de identificadores de norma UTC entre 8 y 15 en el mensaje SBAS L1.

3.5.4.9 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 numero 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 numero secuencial que identifica al mensaje dentro del conjunto de radiodifusión actual de mensajes de tipo 27 (desde 1 al numero de mensajes de servicio, codificados con un desplazamiento de 1).

Número de regiones: el numero 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 □UDRE inferior.

Indicador δUDRE-interior: una indicación del factor de degradación (δUDRE) de UDRE regional aplicable en lugares dentro de cualquier región definida en el mensaje, de conformidad con la Tabla B-36.

Indicador δUDRE-fuera: una indicación del factor de degradación (□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-36.

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 triangulo o un cuadrángulo.

Codificación: 0 = triangulo
1 = cuadrángulo

Tabla B-36. Evaluación de indicador δUDRE

Indicador δUDRE	δUDRE
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

Nota 1.— 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 ±180º.

Nota 2.— 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 3.5.4.1.

Exponente de escala: termino 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) (δUDRE) en función de la posición del usuario.

3.5.5 DEFINICIONES DE PROTOCOLOS PARA APLICACION DE DATOS EN SBAS L1

Nota.— 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).

3.5.5.1 POSICIÓN Y RELOJ GEO

3.5.5.1.1 Estimación de la posición GEO. La posición estimada de un GEO a cualquier hora t_k es:

$$\begin{bmatrix} \hat{X}_G \\ \hat{Y}_G \\ \hat{Z}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{X}_G \\ \dot{Y}_G \\ \dot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \ddot{X}_G \\ \ddot{Y}_G \\ \ddot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO})^2$$

3.5.5.1.2 Corrección de reloj GEO. La corrección de reloj para un satélite GEO SBAS i se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_G - \Delta t_G$$

siendo:

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.

3.5.5.1.2.1 El desplazamiento de fase de código GEO (Δt_G) a cualquier hora t es:

$$\Delta t_G = a_{Gf0} + a_{Gf1}\,(t - t_{0,GEO})$$

siendo $(t - t_{0,GEO})$ corregido para cruce de fin de día.

3.5.5.2 CORRECCIONES A LARGO PLAZO

3.5.5.2.1 Corrección de reloj GPS. La corrección de reloj para un satélite i del GPS se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_{SV,i} - [(\Delta t_{SV,i})_{L1} + \delta\Delta t_{SV,i}]$$

Siendo:

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 3.1.2.2; y
$\delta\Delta t_{SV,i}$ = corrección de desplazamiento de fase de código.

3.5.5.2.1.1 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:

$$\delta\Delta t_{SV,i} = \delta_{ai,f0} + \delta_{ai,f1}\,(t_k - t_{i,LT})$$

3.5.5.2.2 Corrección de reloj GLONASS. La corrección de reloj para satélites GLONASS i se aplica de conformidad con la ecuación siguiente:

$$t = t_{SV,i} + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_{SV,i} - t_b) - \delta\Delta t_{SV,i}$$

siendo:

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 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:

$$\delta\Delta t_{SV,i} = \delta_{ai,f0} + \delta_{ai,f1}\,(t - t_{i,LT}) + \delta_{ai,GLONASS}$$

en que: $(t - t_{i,LT})$ se corrige para los cruces al final del día. Si el código de velocidad es igual a 0, entonces $\delta_{ai,f1}$ es igual a 0.

3.5.5.2.3 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:

siendo:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{corregido} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x}_i \\ \delta \dot{y}_i \\ \delta \dot{z}_i \end{bmatrix} (t - t_{i,LT})$$

$(t - t_{i,LT})$ 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 3.1.2.3, 3.2.2.3 y 3.5.5.1.1.

Si el código de velocidad = 0, entonces $[\delta\dot{x}_i\ \delta\dot{y}_i\ \delta\dot{z}_i\ ]t = [0\ \ 0\ \ 0]^T$.

3.5.5.3 Correcciones de seudodistancia. La seudodistancia corregida a la hora t para el satélite i es:

$$PR_{i,corregido} = PR_i + FC_i + RRC_i\,(t - t_{i,0f}) + IC_i + TC_i$$

siendo :

PR_i = la seudodistancia 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
$t_{i,0f}$ = 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.

3.5.5.4 Correcciones de cambio de distancia (RRC). Corrección de cambio de distancia para el satélite i es:

$$RRC_i = \begin{cases} \dfrac{FC_{i,actual} - FC_{i,anterior}}{t_{i,0f} - t_{i,0f\_anterior}}, & \text{sí } a_i \neq 0 \\ 0, & \text{sí } a_i = 0 \end{cases}$$

siendo:

$FC_{i,actual}$ = la corrección rápida más reciente;
$FC_{i,anterior}$ = una corrección rápida anterior;
$t_{i,0f}$ = la hora de aplicación de $FC_{i,actual}$; y
$t_{i,0f\_anterior}$ = la hora de aplicación de $FC_{i,anterior}$.
a_i = factor de degradación de corrección rápida (véase la Tabla B-34).

3.5.5.5 CORRECCIONES IONOSFÉRICAS DE RADIODIFUSIÓN
3.5.5.5.1 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}).

3.5.5.5.2 Correcciones ionosféricas. La corrección ionosférica para el satélite i es:

$$IC_i = -F_{pp}\,\tau_{vpp}$$

siendo:

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 (3.5.5.5.3);
R_e = 6 378,1363 km;
θ_i = ángulo de elevación del satélite *i*; y
h_I = 350 km.

Nota.— Para los satélites GLONASS, la corrección ionosférica (IC_i) debe multiplicarse por el cuadrado de la relación de las frecuencias GLONASS a GPS $(f_{GLONAS}/f_{GPS})^2$.

3.5.5.5.3 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:

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^{4} W_k \, \tau_{vk}$$

siendo:

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-13.

$W_1 = x_{pp}\, y_{pp}$;
$W_2 = (1 - x_{pp})\, y_{pp}$;
$W_3 = (1 - x_{pp})\, (1 - y_{pp})$; y
$W_4 = x_{pp}\, (1 - y_{pp})$.

3.5.5.5.3.1 Para los IPP entre N85° y S85°:

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$y_{pp} = \frac{\phi_{pp} - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$$

siendo:

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.

Nota.— 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.

3.5.5.5.3.2 Para los IPP al norte de N85° o al sur de S85°:

$$y_{pp} = \frac{|\phi_{pp}| - 85°}{10°}$$

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_3}{90°} \times (1 - 2\,y_{pp}) + y_{pp}$$

siendo:

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:

3.5.5.5.3.3 Para puntos entre 75°S y 75°N:

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^{3} W_k \tau_{vk}$$

siendo:

$W_1 = y_{pp}$;
$W_2 = 1 - x_{pp} - y_{pp}$; y
$W_3 = x_{pp}$.

3.5.5.5.3.4 x_{pp} e y_{pp} se calculan como para la interpolación de cuatro puntos, excepto que $\lambda 1$ y $\phi 1$ son siempre la longitud y la latitud de IGP 2, y $\lambda 2$ y $\phi 2$ 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. (Se muestra un ejemplo en la Figura B-14).

3.5.5.5.3.5 Para puntos al norte de 75°N y al sur de 75°S, no se presta apoyo a la interpolación de tres puntos.

3.5.5.5.4 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) si 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) si 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) si 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) si 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) si 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) si 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) si 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) si 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,
2) 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.

Nota.— 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.

3.5.5.6 Niveles de protección. El nivel de protección horizontal (HPL) y el nivel de protección vertical (VPL) son:

$$HPL_{SBAS} = \begin{cases} K_{H,NPA} \times d_{major} & \text{para en ruta mediante modos de aproximación que no es de precisión (NPA)} \\ K_{H,PA} \times d_{major} & \text{para modos de aproximación de precisión (PA) y de aproximación con guía vertical (APV)} \end{cases}$$

$$VPL_{SBAS} = K_{V,PA} \times d_V$$

siendo:

$d_V^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{v,i}^2 \sigma_i^2$ = varianza de distribución modelo que se sale de los límites de la distribución de error verdadero en el eje vertical

$$d_{mayor} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}};$$

siendo:

$d_x^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i}^2 \sigma_i^2$ = 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;

siendo:

$s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{V,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite; y

$\sigma_i^2 = \sigma_{i,flt}^2 + \sigma_{i,UIRE}^2 + \sigma_{i,air}^2 + \sigma_{i,tropo}^2$.

Se definen las varianzas ($\sigma_{i,flt}^2$ y $\sigma_{i,UIRE}^2$) en 3.5.5.6.2 y 3.5.5.6.3.1. Los parámetros ($\sigma_{i,air}^2$ y $\sigma_{i,tropo}^2$) se determinan mediante el elemento de aeronave (3.5.8.4.2 y 3.5.8.4.3).

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:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \cdots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \cdots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \cdots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \cdots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

siendo:

G_i = $[-\cos El_i \cos Az_i \; -\cos El_i \operatorname{sen} Az_i \; -\operatorname{sen} El_i \; 1]$ = i-ésima hilera de G;

$$W^{-1} = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & \cdots & w_i \end{bmatrix};$$

El_i = el ángulo de elevación de la fuente en la i-ésima telemétrica (en grados);

Az_i = 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 = σ^2

Nota l.— Para mejorar la legibilidad, se omitió de la ecuación el subíndice i.

Nota 2.— Para una solución de mínima cuadrática no ponderada, la matriz de ponderación es una matriz de identidad (w_i = l).

3.5.5.6.1 Definición de los valores K. Los valores K son:

$$K_{H,NPA} = 6{,}18;$$

$$K_{H,PA} = 6{,}0;\ y$$

$$K_{V,PA} = 5{,}33.$$

3.5.5.6.2 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:

$$\sigma^2_{i,flt} = \begin{cases} [(\sigma_{i,UDRE})(\delta_{UDRE}) + \varepsilon_{fc} + \varepsilon_{rrc} + \varepsilon_{ltc} + \varepsilon_{er}]^2, & \text{si } RSS_{UDRE} = 0 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \\ [(\sigma_{i,UDRE})(\delta_{UDRE})]^2 + \varepsilon^2_{fc} + \varepsilon^2_{rrc} + \varepsilon^2_{ltc} + \varepsilon^2_{er}, & \text{si } RSS_{UDRE} = 1 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \end{cases}$$

en que:

si se usa el mensaje de tipo 27, δ_{UDRE} es el término que corresponde a una región específica según se define en 3.5.4.9,
si se usa el mensaje de tipo 28, δ_{UDRE} es el término que corresponde a un satélite específico según se define en 3.5.5.6.2.5,
si no se usa ninguno de los dos mensajes, δ_{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:

$$\sigma^2_{i,flt} = [(\sigma_{i,UDRE})(\delta_{UDRE}) + 8m]^2.$$

3.5.5.6.2.1 Degradación de corrección rápida. El parámetro de degradación para los datos de corrección rápida es:

$$\varepsilon_{fc} = \frac{a(t - t_u + t_{lat})^2}{2}$$

siendo:

t = la hora actual.

t_u = (hora de referencia $UDREI_i$): 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 $UDREI_i$ más recientes (mensajes de tipos 2 a 6 ó 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 3.5.4.7).

Nota.— 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 éstas 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 ≠ 3, se define t_u como la hora de transmisión del primer bit del mensaje de tipo 6 en el GEO.

3.5.5.6.2.2 Degradación de la corrección de cambio de distancia

3.5.5.6.2.2.1 Si RRC = 0, entonces $E_{rrc} = 0$.

3.5.5.6.2.2.2 Si RRC Ç ≠ 0 y IODF Ç ≠ 3, el parámetro de degradación para los datos de corrección rápida es:

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } (IODF_{actual} - IODF_{anterior})MOD3 = 1 \\ \left(\frac{aI_{fc}}{4} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t}\right)(t - t_{0f}), & \text{si } (IODF_{actual} - IODF_{anterior})MOD3 \neq 1 \end{cases}$$

3.5.5.6.2.2.3 Si RRC Ç ≠ 0 y IODF = 3, el parámetro de degradación para los datos de cambio de distancia es:

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } \left|\Delta t - \frac{I_{fc}}{2}\right| = 0 \\ \left(\frac{a\left|\Delta t - \frac{I_{fc}}{2}\right|}{2} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t}\right)(t - t_{0f}), & \text{si } \left|\Delta t - \frac{I_{fc}}{2}\right| \neq 0 \end{cases}$$

siendo:

t = la hora actual;
$IODF_{actual}$ = IODF asociada a la corrección rápida más reciente;
$IODF_{anterior}$ = IODF asociada a la corrección rápida anterior; y
Δt = $t_{i,0f} - t_{i,0f\_anterior}$; y
I_{fc} = el intervalo de expiración de usuario para correcciones rápidas.

3.5.5.6.2.3 Degradación de la corrección a largo plazo

3.5.5.6.2.3.1 Constelaciones principales de satélites

3.5.5.6.2.3.1.1 Para código de velocidad = 1, el parámetro de degradación para correcciones a largo plazo del satélite i es:

$$\varepsilon_{ltc} = \begin{cases} 0, & \text{si } t_{i,LT} < t < t_{i,LT} + I_{ltc\_v1} \\ C_{ltc\_lsb} + C_{ltc\_v1}\ \text{máx}\ (0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - I_{ltc\_v1}), & \text{en los otros casos} \end{cases}$$

3.5.5.6.2.3.1.2 Para código de velocidad = 0, el parámetro de degradación para correcciones a largo plazo es:

$$\varepsilon_{ltc} = C_{ltc\_v0}\left[\frac{t - t_{ltc}}{I_{lt-v0}}\right]$$

Siendo:

t = la hora actual;
t_{ltc} = la hora de transmisión del primer bit del mensaje de corrección a largo plazo en el GEO; y
[x] = el número entero mayor inferior a x.

3.5.5.6.2.3.2 Satélites GEO. El parámetro de degradación para las correcciones a largo plazo es:

$$\varepsilon_{ltc} = \begin{cases} 0, & \text{si } t_{0,GEO} < t < t_{0,GEO} + I_{GEO} \\ C_{geo\_lsb} + C_{geo\_v} \text{ máx } (0, t_{0,GEO} - t, t - t_{0,GEO} - I_{geo}), & \text{en los otros casos} \end{cases}$$

siendo t = la hora actual.

Nota.— 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.

3.5.5.6.2.4 Degradación para la fase en ruta hasta la aproximación que no es de precisión

$$\varepsilon_{er} = \begin{cases} 0, & \text{si las correcciones que no son ni rápidas ni a largo plazo que han expirado para la aproximación de precisión/ aproximación con guía vertical} \\ C_{er}, & \text{si las correcciones son rápidas o a largo plazo cuando han expirado para la aproximación de precisión/ aproximación con guía vertical} \end{cases}$$

Factor de degradación UDRE calculado con los datos del mensaje de tipo 28. El δUDRE es:

$$\delta_{UDRE} = \sqrt{I^T \cdot C \cdot I} + \varepsilon_c$$

siendo:

$$I = \begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \\ 1 \end{bmatrix},$$

$\begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \end{bmatrix}$ = el vector unitario desde el usuario al satélite en el marco de coordenadas ECEF WGS-84

$$C = R^T \cdot R$$

$$\varepsilon_C = C_{covarianza} \cdot SF$$

$$SF = 2^{\text{exponente de escala}-5}$$

$$R = E \cdot SF$$

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix}$$

3.5.5.6.3 Definición del modelo de error de corrección ionosférica

3.5.5.6.3.1 Correcciones ionosféricas transmitidas. Si tienen aplicación las correcciones ionosféricas de base SBAS σ^2_{urees} es:

$$\sigma^2_{UIRE} = F^2_{pp} H \times \sigma^2_{UIVE}$$

siendo:

F_{pp} = (según se define en 3.5.5.5.2);

$$\sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^{4} W_n \cdot \sigma^2_{n,ionogrid} \text{ o } \sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^{3} W_n \cdot \sigma^2_{n,ionogrid}$$

aplicando las mismas ponderaciones de punto de penetración ionosférica (W_n) y los puntos de retícula seleccionados para la corrección ionosférica (3.5.5.5). Si se usan parámetros de degradación para cada punto de retícula:

$$\sigma^2_{n,ionogrid} = \begin{cases} (\sigma_{n,GIVE} + \varepsilon_{iono})^2, & \text{si } RSS_{iono} = 0 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \\ \sigma^2_{n,GIVE} + \varepsilon^2_{iono}, & \text{si } RSS_{iono} = 1 \text{ (Tipo de mensaje 10)} \end{cases}$$

siendo:

$$\varepsilon_{iono} = C_{iono\_step}\left[\frac{t - t_{iono}}{I_{iono}}\right] + C_{iono\_ramp}(t - t_{iono});$$

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:

$$\sigma_{n,ionogrid} = \sigma_{n,GIVE}$$

Nota.— 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 $(f_{gonas}/f_{gps})^2$.

Correcciones ionosféricas. Si no se aplican las correcciones ionosféricas de base SBAS, σ^2_{ure} es:

$$\sigma^2_{UIRE} = \text{MÁX}\left\{\left(\frac{T_{iono}}{5}\right)^2, (F_{pp} \cdot \tau_{vert})^2\right\}$$

siendo:

T_{iono} = el retardo ionosférico estimado mediante el modelo seleccionado (modelo de corrección GPS u otro modelo);
F_{pp} = (según se define en 3.5.5.5.2);

$$\tau_{vert} = \begin{cases} 9\text{ m}, & 0 \le |\phi_{pp}| \le 20 \\ 4{,}5\text{ m}, & 20 < |\phi_{pp}| \le 55; \text{ y} \\ 6\text{ m}, & 55 < |\phi_{pp}| \end{cases}$$

ϕ_{pp} = latitud del punto de penetración ionosférica.

3.5.6 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-37 a B-53. Todos los parámetros con signo en las tablas siguientes estarán representados por un complemento de dos, con el bit de signo ocupando el MSB.

Nota.— 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-37. Mensaje de tipo 0 "No utilizar" radiodifundido en L1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Reservado	212	—	—

Tabla B-38. 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 ó 1	1
IODP	2	0 a 3	1
Nota.— En 3.5.4.1 se definen todos los parámetros.			

Tabla B-39. 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-29)	(véase la Tabla B-29)
Notas.—			
1. En 3.5.4.4.2 se definen los parámetros IODFj y FCi.			
2. En 3.5.4.1 se define el parámetro IODP.			
3. En 3.5.4.5 se define el parámetro UDREIi.			

Tabla B-40. Mensaje de integridad de tipo 6

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
IODF2	2	0 a 3	1
IODF3	2	0 a 3	1
IODF4	2	0 a 3	1
IODF5	2	0 a 3	1
Para 51 satélites (en orden numérico de máscara PRN)			
Para 51 satélites (en orden numérico de máscara PRN)	4	(véase la Tabla B-29)	(véase la Tabla B-29)
Notas.—			
1. En 3.5.4.4.2 se definen los parámetros IODFj. 2. En 3.5.4.5 se define el parámetro UDREIi.			

Tabla B-41. 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_i)	4	(véase la Tabla B-34	(véase la Tabla B-34)
Notas.—			
1. En 3.5.4.7 se definen los parámetros t_{lat} y ai_i.			
2. En 3.5.4.1 se definen los parámetros IODP.			

Tabla B-42. 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-26)	(véase la Tabla B-26)
X_G	30	±42 949 673 m	0,08 m
Y_G	30	±42 949 673 m	0,08 m
Z_G	25	±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
a_{Gf0}	12	±0,9537 H 10^{-6} s	2^{-31} s
a_{Gf1}	8	±1,1642 H 10^{-10} s/s	2^{-40} s/s

Nota.— En 3.5.4.2 se definen todos los parámetros.

Tabla B-43. Mensaje de los parámetros de degradación de tipo 10

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
B_{rrc}	10	0 a 2,046 m	0,002 m
$C_{ltc\ lsb}$	10	0 a 2,046 m	0,002 m
$C_{ltc\ v1}$	10	0 a 0,05115 m/s	0,00005 m/s
$I_{ltc\ v1}$	9	0 a 511 s	1 s
$C_{ltc\ v0}$	10	0 a 2,046 m	0,002 m
$I_{ltc\ v0}$	9	0 a 511 s	1 s
$C_{geo\ lsb}$	10	0 a 0,5115 m	0,0005 m
$C_{geo\ v}$	10	0 a 0,05115 m/s	0,00005 m/s
I_{geo}	9	0 a 511 s	1 s
C_{er}	6	0 a 31,5 m	0,5 m
$C_{iono\ step}$	10	0 a 1,023 m	0,001 m
I_{iono}	9	0 a 511 s	1 s
$C_{iono\ ramp}$	10	0 a 0,005115 m/s	0,00005 m/s
RSS_{UDRE}	1	0 ó 1	1
RSS_{iono}	1	0 ó 1	1
$C_{covarianza}$	7	0 a 12,7	0,1
Extra	81	—	—

Notas.—

1. En 3.5.4.7 se definen todos los parámetros.

2. El rango de validez para I_{ltc_vo} y I_{iono} es de 1 a 511. El valor 0 no es válido y los receptores usarán un valor 1 en lugar de un valor transmitido 0.

Tabla B-44. El mensaje UTC hora de la red SBAS de tipo 12

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
A_{1SNT}	24	$\pm 7{,}45 \text{ H } 10^{-9}$ s/s	2^{-50} s/s
A_{0SNT}	32	±1 s	230 s
t_{0t}	8	0 a 602 112 s	4 096 s
WN_t	8	0 a 255 semanas	1 semana
Δt_{LS}	8	±128 s	1 s
WN_{LSF}	8	0 a 255 semanas	1 semana
DN	8	1 a 7 días	1 día
Δt_{LSF}	8	±128	1 s
Identificador de la norma UTC	3	(véase la Tabla B-35)	(véase la Tabla B-35)
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 ó 1	1
δa_i, GLONASS (Nota 2)	24	$\pm 2{,}0 \cdot 10^{-8}$ s	$2{,}0 \cdot 10^{-31}$ s
Reserva	50	—	—

Notas.—

1. En 3.5.4.8 se definen todos los parámetros.

2. Se aplica solamente si el SBAS envía información de temporización GLONASS en mensajes de tipo 12 (véase 3.5.7.4.4, Datos de temporización).

Tabla B-45. 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	±42 598 400 m	2 600 m
$Y_{G,A}$	15	±42 598 400 m	2 600 m
$Z_{G,A}$	9	±6 656 000 m	26 000 m
$\dot{X}_{G,A}$	3	±40 m/s	10 m/s
$\dot{Y}_{G,A}$	3	±40 m/s	10 m/s
$\dot{Z}_{G,A}$	4	±480 m/s	60 m/s
$t_{almanaque}$ (se aplica a los tres satélites)	11	0 a 86 336 s	64 s

Nota.— En 3.5.4.3 se definen todos los parámetros.

Tabla B-46. Mensaje de máscara IGP de tipo 18

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Número de bandas IGP	4	0 a 11	1
Identificador de banda IGP	4	0 a 11	1
Expedición de datos — ionosfera ($IODI_k$)	2	0 a 11	1
Para 201 IGP			
Valor de máscara IGP	1	0 ó 1	1
Extra	1	—	—

Nota.— En 3.5.4.6 se definen todos los parámetros.

Tabla B-47. 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 (FCi)	12	±256,000 m	0,125 m
Para 6 intervalos			
UDREIi	4	(véase la Tabla B-31)	(véase la Tabla B-31)
IODP	2	0 a 3	1
Identificador de tipo de corrección	2	0 a 3	1
IODFj	2	0 a 3	1
Extra	4	—	—
Medio mensaje de tipo 25	106	—	—

Notas.—

1. En 3.5.4.4.2 se definen los parámetros de identificador de tipo de corrección rápida, IODFj, y FCi.
2. En 3.5.4.1 se define el parámetro IODP.
3. En 3.5.4.5 se define el parámetro UDREIi.
4. 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-48. 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	1	0	1
Para 2 satélites			
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	—	—

Notas.—

1. En 3.5.4.1 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-49. 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 (IOD_i)	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
$\delta a_{i,f1}$	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

Notas.—

1. En 3.5.4.1 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-50. 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 ($GIVEI_i$)	4	(véase la Tabla B-33)	(véase la Tabla B-33)
$IODI_k$	2	0 a 3	1
Extra	7	—	—

Nota.— En 3.5.4.6 se definen todos los parámetros.

Tabla B-51. 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 dUDRE dentro	4	0 a 15	1
Indicador dUDRE fuera	4	0 a 15	1
Para cada una de las 5 regiones			
Latitud coordenada 1	8	±90°	1°
Longitud coordenada 1	9	±180°	1°
Latitud coordenada 2	8	±90°	1°
Longitud coordenada 2	9	±180°	1°
Forma de la región	1	—	—
Extra	15	—	—

Nota.— En 3.5.4.9 se definen todos los parámetros.

Tabla B-52. Mensaje nulo de tipo 63

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Extra	212	—	—

Tabla B-53. Matriz de covarianza de reloj-efemérides de tipo 28

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
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

Notas.—

1. En 3.5.4.1 se definen los parámetros de número de máscara PRN y IODP.

2. En 3.5.4.10 se definen todos los demás parámetros

3.5.7 ELEMENTOS SBAS L1 AJENOS A LA AERONAVE

Nota 1.— Dependiendo del nivel de servicio que se ofrezca en un SBAS particular, pueden aplicarse distintas funciones según lo descrito en el Capítulo 3, 3.7.3.4.2.

Nota 2.— En 3.5.4 se definen los parámetros mencionados en esta sección.

3.5.7.1 GENERALIDADES

3.5.7.1.1 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-54. 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-54.

3.5.7.1.2 Supervisión de frecuencia de radio SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la Tabla B-55 y adoptará las medidas indicadas.

Nota.— El SBAS puede radiodifundir mensajes nulos (mensajes de tipo 63) en cada intervalo de tiempo respecto al cual no se radiodifunden otros datos.

3.5.7.1.3 "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.

3.5.7.1.4 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.

Nota.— 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.

3.5.7.1.5 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 3.5.4.2).

Nota.— 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) sólo debe permitir la adquisición del satélite.

3.5.7.1.5.1 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.

3.5.7.1.6 Datos de almanaque. Cada satélite SBAS radiodifundirá datos de almanaque (definidos en 3.5.4.3) para todos los satélites SBAS del mismo proveedor de servicio.
3.5.7.1.6.1 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.

3.5.7.1.6.2 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.

3.5.7.1.6.3 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.

3.5.7.1.6.4 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.

3.5.7.1.6.5 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.

3.5.7.1.6.6 El parámetro de funcionalidad y estado indicará el estado del satélite y el identificador del proveedor de servicio, según lo definido en 3.5.4.3.

3.5.7.1.6.7 Los intervalos de almanaque no utilizados en los mensajes de tipo 17 se indicarán con un número de código PRN “0”.

3.5.7.1.6.8 El proveedor de servicio se asegurará de la exactitud de la ID del proveedor de servicio radiodifundida en cualquier almanaque.

3.5.7.2 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 3.5.7.1.

3.5.7.2.1 Requisitos de actuación

3.5.7.2.2 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 .

3.5.7.3 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.

Nota.— Un SBAS podría proporcionar integridad en algunos satélites designados como marginales o disfuncionales.

3.5.7.3.1 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 3.5.5.6) por más de 8 segundos consecutivos será inferior a 10-7 en cualquier hora, suponiéndose un usuario con latencia igual a cero.

Nota.— Se definen los datos activos como aquellos que no hayan expirado según 3.5.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Tabla B-54. 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	120 s		R (*véase la nota 5*)	R (*véase la nota 5*)	R (*véase la nota 5*)	28
efemérides						
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	Ifc/2 (véase la Nota 4		R*	R	R	2 a 5, 24
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 ionosférica, GIVEI	300 s				R	26
Datos de temporización	300 s	R (véase la Nota 3)	R (véase la Nota 3)	R (véase la Nota 3)	R (véase la Nota 3)	12
Datos de almanaque	300 s	R	R	R	R	17
Nivel de servicio	300 s		R (*véase la nota 5*)	R (*véase la nota 5*)	R (*véase la nota 5*)	27

Notas.—

1. "R" indica que deben radiodifundirse los datos para dicha función.
2. "R*" indica la codificación especial descrita en 3.5.7.3.3.
3. Los mensajes de tipo 12 se requieren únicamente si se proporcionan datos para los satélites GLONASS.
4. I_{fc} se refiere al intervalo de expiración PA/APV para correcciones rápidas, como se define en la Tabla B-57.
5. Como se requiere en 3.5.7.6.2, debe radiodifundirse un mensaje de tipo 27 o de tipo 28.

3.5.7.3.2 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.

3.5.7.3.2.1 Recomendación.— Cuando se modifica la máscara PRN, el SBAS debería 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.

Tabla B-55. Supervisión de la frecuencia de radio SBAS L1

Parámetro	Referencia	Límite de alarma	Medida requerida
Nivel de potencia de señal	10.195, c)	Potencia mínima especificada Potencia máxima especificada (Nota 2)	Mínimo: Cesar función telemétrica. (Nota 1) Máximo: Cesar radiodifusión
Modulación	10.195, h)	monitor de distorsión de forma de onda	Cesar función telemétrica (Nota 1).
Hora SNT a GPS	10.197	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Estabilidad de frecuencia portadora	3.5.2.1	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica a no ser que σ_{UDRE} refleje error.
Coherencia de Código/frecuencia	3.5.2.4	N/A (Nota 3)	Cesar función telemétrica 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 a no ser que σUDRE refleje error.
Codificación convolucional	3.5.2.9	todos los mensajes son erróneos	Cesar radiodifusión.

Notas.—

1. Se logra el cese de la función telemétrica radiodifundiendo un URA y σ^2_{UDRE} de “No utilizar” respecto a tal 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 los parámetros σ 2UDRE y URAf Si no puede representarse el error, debe cesar la función telemétrica.

3.5.7.3.3 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.

3.5.7.3.3.1 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 seudodistancia excede de 150 m.

3.5.7.3.3.2 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 seudodistancia.

3.5.7.3.3.3 Si el SBAS no proporciona la función de corrección diferencial básica, el SBAS transmitirá un UDREIi de 13 si el satélite es “no utilizar” o “no supervisado”.

3.5.7.3.3.4 El parámetro IODFj en los mensajes de tipos 2 a 5, 6 ó 24 será igual a 3.

3.5.7.4 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 3.5.7.3.

3.5.7.4.1 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 3.5.5.6) en más de 8 segundos consecutivos será inferior a 10-7 en cualquier hora, suponiéndose un usuario con latencia 0.

Nota.— Se definen los datos activos como aquellos que no hayan expirado según 3.5.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

3.5.7.4.2 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, según se define en 3.2.5.2 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 (3.1.1.3.1.4 y 3.1.1.3.2.2). Después de la transmisión de una nueva efemérides 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 3.5.4.4.1.

Nota.— 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.

3.5.7.4.2.1 Recomendación.— Para asegurar correcciones de cambio de distancia exactas, el SBAS debería reducir a un mínimo las discontinuidades en las efemérides del satélite después de la aplicación de las correcciones a largo plazo.

3.5.7.4.3 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 ó 5), el $IODF_j$ estará en la secuencia "0, 1, 2, 0, ...".

Nota.— Si hay una condición de alarma, el $IODF_j$ puede ser igual a 3 (véase 3.5.7.4.5).
3.5.7.4.4 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-44.

3.5.7.4.5 Datos de integridad. Respecto a cada satélite para el que se proporcionen correcciones, el SBAS radiodifundirá datos de integridad de radiodifusión ($UDREI_i$ o bien datos de mensaje de tipo 27 o bien de tipo 28 para calcular δUDRE) tal que se satisfaga el requisito de integridad indicado en 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 $\sigma^2_{i,UDRE}$, el SBAS indicará que el satélite es "No supervisado".

Si se utiliza un mensaje de tipo 6 para radiodifundir $\sigma^2_{i,UDRE}$, 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 $\sigma^2_{i,UDRE}$; o

b) el $IODF_j$ será igual a 3 si se aplica el valor $\sigma^2_{i,UDRE}$ para todas las correcciones rápidas válidas recibidas en el mensaje de tipo j que no haya expirado.

3.5.7.4.6 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 3.5.7.4.1.

3.5.7.4.7 El SBAS radiodifundirá datos de indicación de servicio, según se especifica en 3.5.7.6.2 (mensaje de tipo 27) o datos de matriz de covarianza de reloj-efemérides, según se especifica en 3.5.7.6.3 (mensaje de tipo 28) para satisfacer en toda el área de cobertura del SBAS los requisitos de integridad de la señal en el espacio que se establecen en el capítulo 3, 3.7.2.4.

3.5.7.5 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 de 3.5.7.4.

3.5.7.5.1 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 HPL_{SBAS} o un error vertical que excede de VPL_{SBAS} (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 ó 27) será repetido tres veces después de la modificación inicial de la condición de alerta por un total de cuatro veces en 4 segundos.

Nota 1.— Se definen los datos activos como aquellos datos que no hayan expirado según 3.5.8.1.2. En este requisito se incluyen los fallos de las constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Nota 2.— Los mensajes subsiguientes pueden ser transmitidos a la velocidad normal de actualización.

3.5.7.5.2 Máscara de punto reticular ionosférico (IGP). El SBAS radiodifundirá una máscara IGP e $IODI_k$ (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 $IODI_k$ 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 $IODI_k$ en el mensaje de tipo 26 será igual a la radiodifusión de $IODI_k$ 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.

3.5.7.5.2.1 Recomendación.— 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. Debería utilizarse el mismo $IODI_k$ para todas las bandas.

3.5.7.5.3 Correcciones ionosféricas. El SBAS radiodifundirá correcciones ionosféricas para los IGP designados en la máscara IGP (valores de máscara IGP iguales a "1").

3.5.7.5.4 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 3.5.7.5.1. Si la corrección ionosférica o el valor $\sigma^2_{i,GIVE}$ excede de su gama de codificación, el SBAS indicará el estado "No se utilice" (designado en los datos de corrección, 3.5.4.6) para el IGP. Si no puede determinarse $\sigma^2_{i,GIVE}$, el SBAS indicará que si IGP es "No supervisado" (designado en la codificación GIVEI).

3.5.7.5.5 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 3.5.7.5.1.

3.5.7.6 FUNCIONES FACULTATIVAS

3.5.7.6.1 Datos de temporización. Si se radiodifunden parámetros de tiempo UTC, serán según lo definido en 3.5.4.8 (mensaje de tipo 12).

3.5.7.6.2 Indicación de servicio. Si se radiodifunden datos de indicación de servicio, estos serán según lo definido en 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.

3.5.7.6.2.1 Si se radiodifunden datos de indicación de servicio, el parámetro de indicador δUDRE-interior del mensaje de tipo 27 será igual a 0.

3.5.7.6.3 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 3.5.4.10 (mensaje de tipo 28) y no se radiodifundirán los mensajes de tipo 27.

3.5.7.7 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-55 y adoptará las medidas indicadas.

Nota.— Además de los requisitos de supervisión de radiofrecuencias de esta sección, será necesario presentar disposiciones especiales para supervisar la aceleración de seudodistancia

especificada en el Capítulo 3, 3.7.3.4.3.5 y el ruido de fase de portadora especificado en 3.5.2.2 y la pérdida de correlación especificada en 3.5.2.5, a no ser que el análisis y las pruebas muestren que estos parámetros no pueden exceder de los límites declarados.

3.5.7.7.2 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 con la actuación de seguimiento definida en el Adjunto D, 8.11.

3.5.7.7.2.1 El subsistema de tierra utilizará el máximo más fuerte de correlación en todos los receptores empleados para generar las correcciones de seudodistancia.

3.5.7.7.2.2 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 según lo definido en el Adjunto D, 8.11.

3.5.7.7.2.3 La medida de supervisión será poner UDRE a “No utilizar” para el satélite.

3.5.7.7.2.4 El SBAS supervisará todos los datos activos que puedan ser utilizados por cualquier usuario dentro del área de servicio.

3.5.7.7.2.5 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 (3.5.7.5.1).

3.5.7.7.2.6 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 (3.5.7.4.1).

3.5.7.7.3 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 Apéndice B, 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.

Nota 1.— La unicidad de la IOD se otorga por diseño en el caso de los satélites GLONASS con aumentación SBAS.

Nota 2.— La IODC del GPS (de acuerdo con Apéndice B, 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.

3.5.7.8 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.

3.5.8 ELEMENTOS SBAS L1 DE AERONAVE

Nota 1.— Los parámetros a los que se hace referencia en esta sección están definidos en 3.5.4.

Nota 2.— 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.

3.5.8.1 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 3.1.3.1 (receptor GPS) o en 3.2.3.1 (receptor GLONASS). Se adaptarán las mediciones de seudodistancia 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 3.6.5.1 en presencia de deriva entre la fase de código y la fase de portadora integrada de hasta 0,018 m/s.

3.5.8.1.1 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.

3.5.8.1.2 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 efemérides GLONASS está dentro del intervalo de validez IOD siguiente, según se define en 3.5.4.4.1:

$$t_{LT} - L - V \leq t_r \leq t_{LT} - L$$

Nota 1.— 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.

Nota 2.— Este requisito no implica que el receptor haya de interrumpir el seguimiento del satélite SBAS.

3.5.8.1.2.1 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.

3.5.8.1.2.2 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.

3.5.8.1.2.3 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.

3.5.8.1.2.4 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).

3.5.8.1.2.5 El receptor aplicará cualquier degradación regional al $\sigma^2_{i,UDRE}$ según lo definido por el mensaje de servicio de tipo 27. Si un mensaje de tipo 27 con un IODS nuevo indica un δUDRE superior para emplazamiento del usuario, se aplicará inmediatamente este δUDRE superior. No se aplicará ningún δUDRE inferior en un mensaje de tipo 27 hasta que se haya recibido el conjunto completo de mensajes con el nuevo IODS.

3.5.8.1.2.6 El receptor aplicará cualquier degradación de satélite al $\sigma_{i,UDRE}^2$ según lo definido por el mensaje de matriz de covarianza de reloj-efemérides de tipo 28. El δ_{UDRE} obtenido de un mensaje de tipo 28 con un IODP correspondiente al de la máscara PRN se aplicará inmediatamente.

3.5.8.1.2.7 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 .

3.5.8.1.2.8 El receptor no utilizará ningún parámetro de datos de radiodifusión después de que hayan expirado, según lo definido en la Tabla B-56.

3.5.8.1.2.9 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 8Δt.

3.5.8.1.2.10 Se iniciará nuevamente el cálculo del RRC si se recibe respecto a tal satélite una indicación de “No utilizar” o “No supervisado”.

Tabla B-56. Intervalos de expiración de datos

Datos	Tipos de mensajes asociados	Expiración en ruta, terminal, NPA	Expiración para aproximación de precisión, APV
Matriz de covarianza de reloj-efemérides	28	360 s	240 s
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 Tabla B-57)	(véase la Tabla B-57)
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	86400 s	86400 s
Desplazamiento horario GLONASS	12	600 s	600 s
Datos de almanaque	17	Ninguna	Ninguna
Nivel de servicio	27	86400 s	86400 s

Nota.— Se definen los intervalos de expiración desde el fin de la recepción de un mensaje.

Tabla B-57. Evaluación del intervalo de expiración de corrección rápida

Indicador de factor de degradación de corrección rápida (aii)	Intervalo de expiración NPA para correcciones rápidas (Ifc)	Intervalo de expiración PA/APV para correcciones rápidas (Ifc)
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

3.5.8.1.2.11 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.

3.5.8.1.2.12 El receptor no prestará ya apoyo a aproximaciones de precisión de base SBAS o a operaciones APV utilizando un satélite particular si el $UDREI_i$ recibido es superior a 12.

3.5.8.2 FUNCIÓN TELEMÉTRICA

3.5.8.2.1 Aproximaciones de precisión y operaciones APV. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución del error total a bordo al error en una seudodistancia corregida para un satélite SBAS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida (Capítulo 3, 3.7.3.4.4.3) en el entorno de interferencias más perjudicial, según lo definido en 3.7 será inferior o igual a 1,8 metros, excluidos los efectos de multitrayectos, los errores residuales troposféricos y los errores residuales ionosféricos.

Nota.— El elemento de aeronave enlazará los errores ocasionados por multitrayectos y troposféricos (3.5.8.4.1). Para fines de predicción del servicio, se supone que el error de multitrayectos es inferior a 0,6 metros (1 sigma).

3.5.8.2.2 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 seudodistancia corregida para un satélite SBAS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida (Capítulo 3, 3.7.3.4.4.3) en las condiciones ambientales de interferencia más perjudicial, según lo definido en 3.7, será inferior o igual a 5 metros, excluidos los errores por multitrayectos, troposféricos e ionosféricos.

3.5.8.2.3 Posición del satélite SBAS

3.5.8.2.3.1 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.

3.5.8.2.3.2 Identificación del satélite SBAS. El receptor distinguirá entre satélites SBAS.

Nota.— Este requisito se aplica a una adquisición falsa de un satélite por razón de una correlación cruzada.

3.5.8.2.4 Datos de almanaque

3.5.8.2.4.1 Recomendación.— Deberían utilizarse para adquisición los datos de almanaque proporcionados por el sistema SBAS.

3.5.8.3 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 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 3.2.3.1.1.

3.5.8.4 FUNCIONES DIFERENCIALES BÁSICAS Y PRECISAS

3.5.8.4.1 Exactitud telemétrica de las constelaciones principales de satélites. La media cuadrática (1 sigma) de la contribución total a bordo al error en una seudodistancia corregida respecto a un satélite GPS a los niveles mínimo y máximo de potencia de la señal recibida en las condiciones ambientales de interferencias más perjudiciales, según lo definido en 3.7 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 seudodistancia corregida para un satélite GLONASS al nivel mínimo de potencia de la señal recibida en las condiciones ambientales de interferencia más perjudiciales, según lo definido en 3.7, será inferior o igual a 0,8 metros, excluidos los errores residuales por multitrayectos, troposféricos e ionosféricos.

3.5.8.4.2 Aproximaciones de precisión y operaciones APV

3.5.8.4.2.1 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).

3.5.8.4.2.2 El receptor calculará y aplicará correcciones a largo plazo, correcciones rápidas, correcciones de seudodistancia 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 $(f_{GLONASS}/f_{GPS})^2$.

3.5.8.4.2.3 El receptor utilizará una solución de posición de mínima cuadrática ponderada.

3.5.8.4.2.4 El receptor aplicará un modelo troposférico tal que los errores residuales de seudodistancia tengan un valor medio (μ) inferior a 0,15 metros y una desviación de 1 sigma inferior a 0,07 metros.

3.5.8.4.2.5 El receptor calculará y aplicará niveles de protección horizontal y vertical definidos en 3.5.5.6. En este cálculo, σ_{tropo} será:

$$\frac{1.001}{\sqrt{0.002001+\text{sen}^2(\theta_i)}} \text{ X } 0.12\text{m}$$

siendo ϕ_i el ángulo de elevación la i$^{-ésima}$ del satélite.

Además, $\sigma_{i,air}$ satisfará la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{i,air}$ limitan la distribución de errores para los errores residuales de seudodistancia de la aeronave en la forma siguiente:

$$\int_{y}^{\infty} f_i(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_i(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

siendo:

$f_i(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de seudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

3.5.8.4.2.6 Los parámetros que definen la trayectoria de aproximación para una sola aproximación de precisión o APV figurarán en el bloque de datos FAS.

Nota 1.— 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 aquél en que la trayectoria de aproximación final corta al plano horizontal local.

Nota 2.— Para el SBAS, los bloques de datos FAS se almacenan en las bases de datos de a bordo. El formato de los datos para la validación de la verificación de redundancia cíclica difiere del bloque de datos FAS del GBAS indicado en 3.6.4.5.

3.5.8.4.2.6.1 Los parámetros SBAS L1 del bloque de datos FAS serán los siguientes (véase la Tabla B-57A):

Nota 1.— Véanse en 3.5.15.3.5 las definiciones de tipo de operación, ID de proveedor de servicio SBAS y designador de actuación de aproximación aplicables a los receptores SBAS DFMC.
Nota 2.— 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: Indicara el proveedor de servicio asociado a este bloque de datos FAS.

Codificación: 0-13= Véase la Tabla B-27.
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, b1 se transmite en primer lugar y se adjuntan 2 bits cero después de b6 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

Nota.— 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 utilizara 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.

Nota.— Los procedimientos se consideran diferentes aunque sólo difieran por el tramo de aproximación final.

Codificación: La letra se codifica utilizando los bits b1 a b5 de su representación en IA-5. El bit b1 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.

Nota.— La mejor práctica de la industria ajusta la codificación del segundo y tercer caracteres 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 b1 a b6 de su representación en IA-5. Para cada carácter, b1 se transmite en primer lugar y se adjuntan 2 bits cero después de b6 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”.

Nota.— 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.

Tabla B-57A. 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 DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Longitud de DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
TCH de aproximación (Nota 1)	15	0 a 1 638,35 m (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 longitudD	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	—	—

Nota 1.— La información puede proporcionarse en pies o en metros, según lo indicado en el selector de unidades TCH de aproximación.

Nota 2.— 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; véase FAA AC 20-138.

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.

Nota.— 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 ΔFPAP: 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 ΔFPAP: 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 3.9. 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:

$$M(x)=\sum_{i=1}^{288} m_i\, x^{288-i} = m_1 x^{287} + m_2 x^{286} + \ldots + m_{288} x^{0}$$

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.

3.5.8.4.2.6.2 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.

Nota.— 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.

3.5.8.4.2.6.3 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.

3.5.8.4.3 Operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximaciones que no son de precisión

3.5.8.4.3.1 El receptor calculará y aplicará las correcciones a largo plazo, las correcciones rápidas y las correcciones de cambio de distancia.

3.5.8.4.3.2 El receptor calculará y aplicará las correcciones ionosféricas.

Nota.— En 3.1.2.4 y 3.5.5.5.2 se proporcionan dos métodos de calcular las correcciones ionosféricas.

3.5.8.4.3.3 El receptor aplicará un modelo troposférico tal que los errores residuales de seudodistancia tengan un valor medio (μ) inferior a 0,15 metros y una desviación normal inferior a 0,07 metros.

3.5.8.4.3.4 El receptor calculará y aplicará niveles de protección horizontal y vertical definidos en 3.5.5.6. En este cálculo σ_{tropo} será: se obtendrá ya sea a partir de la fórmula que figura en 3.5.8.4.2.5, que puede usarse para ángulos de elevación no inferiores a 4 grados, o de la fórmula alternativa que aparece a continuación, que puede usarse para ángulos de elevación no inferiores a 2 grados.

$$\frac{1}{\sqrt{0{,}002+\text{sen}^2(\theta_i)}} \times 0{,}12 \text{ m}$$

siendo Θ_i el ángulo de elevación la i-ésima del satélite.

Además, $\sigma_{i,air}$ satisfará la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{i,air}$ limitan la distribución de errores para los errores residuales de seudodistancia de la aeronave en la forma siguiente:

$$\int_{y}^{\infty} f_i(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_i(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

siendo:

$f_i(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de seudodistancia de aeronave y

$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

Nota.— El margen normalizado para multitrayectos a bordo definido en 3.6.5.5.1 puede ser utilizado para limitar los errores de multitrayectos.

3.5.8.4.4 Para operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximaciones que no son de precisión, el receptor debería utilizar las correcciones ionosféricas de radiodifusión, de disponer de las mismas, y un modelo troposférico con actuación igual a la especificada en 3.5.8.4.3.

3.5.9 CARACTERÍSTICAS DE RF DE LA SEÑAL L5 DE SBAS

3.5.9.1 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 × 1011 o mejor por un período de 1 a 10 segundos.

3.5.9.2 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).

3.5.9.3 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.

3.5.9.4 Coherencia de código/frecuencia portadora.

3.5.9.4.1 Para la L5, la tasa de cambio de código menos portadora será inferior a 0,5 metros/ segundo.

3.5.9.4.2 Para los satélites telemétricos SBAS DFMC:

Nota.— Para una descripción de los filtros adaptadores que deben usarse para los siguientes requisitos, véanse los párrafos 3.5.1.1 y 3.5.1.2.

3.5.9.4.2.1 La media cuadrática sobre 3 600 segundos de la diferencia entre la seudodistancia del código de L5 y la seudodistancia del código de L5 tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la seudodistancia basada en el código será inferior a 0,200 metros.

3.5.9.4.2.2 La media cuadrática sobre 86 400 segundos de la diferencia entre la seudodistancia del código de L5 y la seudodistancia del código de L5 tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la seudodistancia basada en el código será inferior a 0,255 metros.

3.5.9.4.2.3 La media cuadrática sobre 3 600 segundos de la diferencia entre la seudodistancia del código de L1 y la seudodistancia del código de L1 tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la seudodistancia basada en el código será inferior a 0,15 metros.

3.5.9.4.2.4 La media cuadrática sobre 86 400 segundos de la diferencia entre la seudodistancia del código de L1 y la seudodistancia del código de L1 tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la seudodistancia basada en el código será inferior a 0,19 metros.

3.5.9.4.2.5 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 3 600 segundos de la diferencia entre la seudodistancia libre de ionosfera y la seudodistancia libre de ionosfera tras aplicarle una adaptación a portadora de 10 segundos a la combinación de la seudodistancia libre de ionosfera de L1 y L5 será inferior a 0,29 metros.

3.5.9.4.2.6 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 86 400 segundos de la diferencia entre la seudodistancia libre de ionosfera y la seudodistancia libre de ionosfera tras aplicarle una adaptación a portadora de 100 segundos a la combinación de la seudodistancia libre de ionosfera de L1 y L5 será inferior a 0,37 metros.

3.5.9.5 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.

Nota.— 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 seudoaleatorio 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.

3.5.9.6 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 ±210 segundos.

3.5.9.7 Coherencia de código/datos. Cada símbolo de 2 milisegundos estará sincronizado con una de cada dos épocas de código.

3.5.9.8 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.

Nota.— La referencia horaria de SNT se proporciona en el mensaje de tipo 37, como se describe en 3.5.11.5.

3.5.9.9 Codificación convolucional y bi-binaria.

3.5.9.9.1 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-11, seleccionando la salida G3 para la primera mitad de cada período de bits de datos de cuatro milisegundos.

3.5.9.9.2 Codificación bi-binaria. Además de la codificación convolucional que se detalla en el párrafo 3.5.9.9.1, 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.

3.5.9.10 Códigos de ruido seudoaleatorio (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 párrafo 3.5.9.9.2.

Nota.— En IS-GPS-705F se brinda información adicional sobre el código PRN.

El estado inicial del registro de desplazamiento XA será “1111111111111”, y el estado inicial del registro Xbi será el que se ilustra en la Tabla B-89.

Tabla B-89. Códigos PRN de la señal L5 del SBAS

Número de código PRN	Estado inicial del código XB (Canal I) (Nota 1)	Avance de código XB (chips) (Canal I) (Nota 2)
120	1101001100010	934
121	1100011001100	3023
122	1000011000101	3632
123	1111011011011	1330
124	0000001100100	4909
125	1101110000101	4867
126	1100001000010	1183
127	0001101001101	3990
128	1010100101011	6217
129	1111011110100	1224
130	1111111101100	1733
131	0000010000111	2319

Tabla B-89. Códigos PRN de la señal L5 del SBAS

Número de código PRN	Estado inicial del código XB (Canal I) (Nota 1)	Avance de código XB (chips) (Canal I) (Nota 2)
133	0011100111011	3 928
134	1101100010101	2 380
135	0101011111011	841
136	0001100011011	5 049
137	0001101110111	7 027
138	1110011110000	1 197
139	0111100011111	7 208
140	0011101110000	8 000
141	1111001001000	152
142	0001101110010	6 762
143	0101100111100	3 745
144	0010010111101	4 723
145	1101110110011	5 502
146	0011110011111	4 796
147	1001010101111	123
148	0111111101111	8142
149	0000100100001	5091
150	1110001101011	7875
151	1111010010001	330
152	1011010111101	5272
153	0001101110000	4912
154	0000010111100	374
155	0100101111100	2045
156	1110110111010	6616
157	1101110101011	6321
158	1101000110001	7605

3.5.10 ESTRUCTURA DE DATOS DE LA SEÑAL L5 DEL SBAS

Nota.— 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.

3.5.10.1 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-21.

3.5.10.2 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.

3.5.10.3 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-90. El identificador de tipo de mensaje se transmitirá con el MSB en primer lugar.

Tabla B-90. Tipos de mensaje transmitidos en L5

Tipo de mensaje L5	Contenido
0	“No utilizar” – contenido para servicio SBAS DFMC únicamente
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

Nota.— Los mensajes en L1 (Tabla B-24) se usan con el servicio SBAS L1 y los mensajes en L5 (Tabla B-90) 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.

3.5.10.4 *Campo de datos.* El campo de datos de L5 será de 216 bits según lo definido en 3.5.13. Cada parámetro de campo de datos será transmitido con MSB en primer lugar.

3.5.10.5 *Verificación por redundancia cíclica (CRC)*. El código CRC de mensaje SBAS en L5 se calculará de conformidad con 3.9.

3.5.10.5.1 La longitud del código CRC será de k = 24 bits.

3.5.10.5.2 El polinomio generador de CRC tendrá la siguiente expresión:

$$G(x) = x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^{7} + x^{6} + x^{5} + x^{4} + x^{3} + x + 1$$

3.5.10.5.3 El campo de información de CRC, M(x), tendrá la siguiente expresión:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \ldots + m_{226} x^{0}$$

3.5.10.5.4 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 m1 corresponda al primer bit transmitido del preámbulo y m_{226} corresponda al bit 216 del campo de datos.

3.5.10.5.5 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.

3.5.11 Contenido de datos de SBAS DFMC

3.5.11.1 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-91, y el valor de ese bit indicará si ese satélite proporciona o no aumentación. Se radiodifundirá en el mensaje de tipo 31.

Nota.— 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.

Nota 1.— El primer bit transmitido de la máscara de satélites corresponde al código PNR de GPS número 1.

Nota 2.— Este parámetro también se radiodifunde en los mensajes de tipo 32 para identificar al satélite al que se aplican las correcciones.

Tabla B-91. 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

Nota 1.— Un SBAS puede aumentar diferentes conjuntos de satélites para suministrar el servicio SBAS L1 y el servicio SBAS DFMC

Nota 2.— "Reservado" significa que el número de posición orbital no se ha distribuido aún pero está previsto distribuirlo a una constelación específica de satélites.

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:

a) para GPS: la señal L1 C/A de GPS (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.1.8 y 3.1.1.1.1) y la señal L5-Q de GPS (que se describe en el Capítulo 3, 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;

b) para GLONASS: la señal L1 OC de GLONASS (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.2.10 y 3.1.2.1.5) y la señal L3 OC de GLONASS (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.2.9 y 3.1.2.1.5). Los datos en GLONASS L1 OC se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC;

c) para Galileo: la señal E1-C de Galileo (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.3.11 y 3.1.3.1.1.2) y la señal E5a-Q de Galileo (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.3.11 y 3.1.3.1.1.3). Los datos de FNAV en Galileo E5a-I se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC;

d) para BDS: la señal B1C de BDS (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.4.9 y 3.1.4.1.1.3) y la señal B2a de BDS (que se describe en el Capítulo 3, 3.7.3.1.4.10 y 3.1.4.1.1.4). Los datos de B-CNAV2 en B2a de BDS se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC; y

e) para SBAS: la señal L1 de SBAS (que se describe en 3.5.2) y la señal L5 de SBAS (que se describe en 3.5.9). Los datos radiodifundidos en SBAS L5 se usarán en modo de solución de posición SBAS DFMC.

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.

Nota.— 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.

3.5.11.2 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 3.5.11.1.

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:

a) para GPS: Parámetro IODC
(3.1.1.1.3.1.4) en el mensaje LNAV L1;

b) para GLONASS: parámetro tb (3.1.2.1.3.1) en las cadenas de mensajes de navegación de tipo 10, 31, 32 de L1OC;

c) para Galileo: Parámetro IODnav (3.1.3.1.3.7) en el mensaje F/NAV;

d) para BDS: Parámetro IODC (3.1.4.1.3.2.4.2) en el mensaje B-CNAV2; y
e) para SBAS: Parámetro IODG (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, δẋ, δẏ, δż y δḂ 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 (Ei,j): 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 (δDFREI) como función de la posición del usuario (véase 3.5.12.4.1).

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".

Nota 1.— Para los demás valores (0 a 14), en 3.5.11.4 se presenta la tabla que define la correspondencia entre los valores de DFREI y la desviación normal (σDFRE, en metros).

Nota 2.— Los valores de desviación normal radiodifundidos (dentro de las gamas permitidas que se definen en 3.5.11.4) dependen del SBAS.

δRCORR: multiplicador del parámetro de degradación de primer grado.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 32.

3.5.11.3 *Parámetros del mensaje de integridad.* Los parámetros del mensaje de integridad consistirán de:

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 3.5.11.1), como se especifica en la Tabla B-92.

Tabla B-92. 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
Nota.— 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 3.5.11.1.

Indicador de error telemétrico en doble frecuencia (DFREI): véase 3.5.11.2.

Nota.— Los parámetros se radiodifunden usando uno o más de los siguientes tipos de mensajes:

a) 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

b) 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.

3.5.11.4 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:

$(I_{VALID})_{32}$ es el intervalo de validez del mensaje de tipo 32;
$(I_{VALID})_{39/40}$ 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} sólo 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 3.5.11.2) y el valor σDFRE que se especifica en la Tabla B-93.

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-93. Evaluación de σ_{DFRE} en metros

Valor del campodec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valor del campobin	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															

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en el mensaje de tipo 37.

3.5.11.5 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.

Nota.— 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-27.

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:

C_{uc} es la amplitud de los términos de corrección armónica de coseno para el argumento de latitud;

C_{us} es la amplitud de los términos de corrección armónica de seno para el argumento de latitud;

I_{dot} 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;

M_0 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-113 al satélite SBAS que radiodifunde;

Nota.— 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-113. Distribución de posición orbital de satélites delta

Posición orbital de satélite delta	Lógica de distribución
0	Ningún satélite SBAS (sólo se usa en los mensajes de tipo 47)
1 - 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 3.5.11.2;

matriz de covarianza: véase 3.5.11.2;

indicador de error telemétrico en doble frecuencia (DFREI): véase 3.5.11.2; y

δR_{CORR} : véase 3.5.11.2.

Nota.— Todos los parámetros se radiodifunden en mensajes combinados de tipo 39 y tipo 40.

3.5.11.6 Parámetros de desplazamiento de la hora GNSS. Los parámetros de la hora GNSS serán los siguientes:

Los parámetros de UTC comunes son:

A_{1SNT}: coeficiente de deriva de la escala de SNT para SBAS DFMC respecto de la UTC;

A_{0SNT}: 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;

WN_t: número de semana de referencia de los datos;

Δt_{LS}: cuenta actual o anterior de segundos intercalares;

WN_{LSF}: 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 3.5.4.8)

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-116 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-115.

Tabla B-115. Parámetro de estado de desplazamiento respecto de UTC

Estado de desplazamiento respecto	Estado
0	La información común de UTC recibida antes sigue siendo válida, período de validez sin cambios
1	La información común de UTC recibida antes ya no es válida y no se usará más

Tabla B-116. 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 TO_{42}) se definirá de la forma siguiente:

a) si VP es 0: TO_{42} = hora de recepción del mensaje de tipo 42 + 86 400 s;

b) si VP es un valor distinto de 0: TO_{42} = hora de inicio en segundos (dada por TOW_{app} y WN_{app}) + (duración de VP) × 3600.

Nota 1.— Todos los parámetros se radiodifunden en un mensaje de tipo 42.

Nota 2.— 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.

3.5.11.7 Parámetros de satélites SBAS. Los parámetros de los satélites SBAS serán los siguientes:

posición de satélite delta: véase 3.5.11.5.

ID de proveedor de servicio SBAS: véase 3.5.11.5;

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;
Ωes la velocidad de ascensión recta del nodo ascendente;
M_0 es la anomalía media a ta; 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-104). 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:

a) para GPS: la medianoche entre el 5 de enero de 1980 y el 6 de enero de 1980 (véase 3.1.1.4);

b) para GLONASS: la medianoche entre el 31 de diciembre de 1995 y el 1 de enero de 1996 (véase 3.1.2.4);

c) para Galileo: 13 segundos antes de la medianoche entre el 21 de agosto de 1999 y el 22 de agosto de 1999 (véase 3.1.3.4); y

d) para BDS: la medianoche entre el 31 de diciembre de 2005 y el 1 de enero de 2006 (véase 3.1.4.4).

Nota 1.— Todos los parámetros se radiodifunden en un mensaje de tipo 47.

Nota 2.— El mensaje de tipo 47 ofrece la capacidad de transmitir los parámetros de los almanaques SBAS de dos satélites SBAS.

3.5.12 Definiciones de protocolos para aplicaciones de datos SBAS DFMC

Nota.— 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).

3.5.12.1 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);
$\mu = 3{,}986005 \times 10^{14}\ m^3/s^2$	(parámetro gravitacional de la Tierra);
$\dot{\Omega}_e = 7{,}2921151467 \times 10^{-5}$ rad/s	(velocidad de rotación de la Tierra); y
c = 299 792 458 m/s	(velocidad de la luz en el vacío).

Nota.— 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 t0 está expresada en SNT (como es el caso de t_D 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 3.5.12 se expresará en el mismo lapso de tiempo, habida cuenta de los elementos de conversión de la Tabla B-117.

Tabla B-117 Conversión de hora de referencia de constelación principal a la SNT

		"0"	"1"	"2"	"3"
Hora de referencia de constelación principal	GPS	$t^{(SNT=0)}=t^{(GPST)}$	$t^{(SNT=1)}$ $=t^{(GPST)}-\Delta tLS$ +10 800 s	$t^{(SNT=2)}=t^{(GPST)}$	$t^{(SNT=3)}=t^{(GPST)}$ −14 s
	GLONASS	$t^{(SNT=0)}=$ $t^{(GLONASST)}+\Delta tLS-10$ 800 s	$t^{(SNT=1)}$ $=t^{(GLONASST)}$	$t^{(SNT=2)}=t$ $^{(GLONASST)}+$ $\Delta tLS-10$ 800 s	$t^{(SNT=3)}=t$ $^{(GLONASST)}+$ $\Delta tLS-10$ 800 s
	Galileo	t(SNT=0)=t(GST)	$t^{(SNT=1)}=t^{(GST)}$ $-\Delta tLS+10$ 800 s	$t^{(SNT=2)}=t^{(GST)}$	$t^{(SNT=3)}=t^{(GST)}$ −14 s
	BDS	t(SNT=0)=t(BDT)+14 s	$t^{(SNT=1)}=t^{(BDT)}$ $-\Delta tLS+10$ 800 s	$t^{(SNT=2)}=t^{(BDT)}$ +14 s	$t^{(SNT=3)}=t^{(BDT)}$
Nota 1.— ΔtLS se calcula en función de la información de la constelación principal.					
Nota 2.— En la Tabla B-117 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.					

3.5.12.2 Determinación de la posición de un satélite SBAS a partir de su almanaque.

Se usarán los siguientes parámetros definidos en 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

$\dot{\Omega}$: 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.

3.5.12.2.1 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:

$$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

$$\Delta_t = t - t_a.$$

Nota.— 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.

3.5.12.2.2 Cálculo de la anomalía excéntrica (E_t)

La anomalía excéntrica (Et) en la época t se calculará resolviendo la ecuación:

$$M_t = E_t - e \operatorname{sen}(E_t).$$

Nota.— La ecuación puede resolverse por iteración.

3.5.12.2.3 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 vt es la anomalía verdadera en la época t:

$$v_t = 2 \times \operatorname{atan}\left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} tan\left(\frac{E_t}{2}\right)\right)$$

3.5.12.2.4 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:

$$x'_t = r_t \cos\phi_t$$

$$y'_t = r_t \operatorname{sen}\phi_t$$

donde rt es el radio de la órbita en la época t:

$$r_t = a \times [1 - (e \times \cos E_t)]$$

3.5.12.2.5 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:

$$x_t = (x'_t \cos\Omega_t) - (y'_t \cos I \operatorname{sen}\Omega_t)$$

$$y_t = (x'_t \operatorname{sen}\Omega_t) + (y'_t \cos I \cos\Omega_t)$$

$$z_t = y'_t \operatorname{sen} I$$

donde Ωt es la longitud corregida del nódulo ascendente en la época t:

$$\Omega_t = \Omega_0 + [(\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)\Delta_t] - (\dot{\Omega}_e t_{aTOW})$$

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).

3.5.12.3 Determinación de la posición de un satélite SBAS a partir de su efemérides

Se usarán los siguientes parámetros, definidos en 3.5.11.5, para calcular la posición de un satélite SBAS a partir de su efemérides:

t_a: la hora de la efemérides 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 te;
ω: argumento del perigeo (rad);
I: ángulo de inclinación a te (rad);
I_{dot}: tasa del ángulo de inclinación (rad/s);
Ω_0: longitud del nodo ascendente del plano orbital a te (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 efemérides" 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.

3.5.12.3.1 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:

$$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

$$\Delta_t = t - t_e.$$

Nota.— 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.

3.5.12.3.2 Cálculo de la anomalía excéntrica (E_t)

La anomalía excéntrica (E_t) en la época t se calculará resolviendo la ecuación:

$$M_t = E_t - e\,\mathrm{sen}(E_t).$$

Nota.— La ecuación puede resolverse por iteración.

3.5.12.3.3 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:

$$v_t = 2 \times \operatorname{atan}\left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} tan\left(\frac{E_t}{2}\right)\right)$$

3.5.12.3.4 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:

$$u_t = \phi_t + \delta u_t$$

donde δut es la segunda perturbación armónica del argumento de latitud en la época t:

$$\delta u_t = [C_{us} sen\,(2\phi_t)] + [C_{uc} cos\,(2\phi_t)].$$

3.5.12.3.5 Cálculo de las coordenadas en el plano orbital ($\mathbf{x'_t}$;$\mathbf{y'_t}$)

Las coordenadas en el plano orbital (x'_t;y'_t) en la época t se calcularán con esta expresión:

$$x'_t = r_t cos u_t$$

$$y'_t = r_t sen u_t$$

donde r_t es el radio de la órbita en la época t:

$$r_t = a[1 - (e cos E_t)].$$

3.5.12.3.6 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:

$$x_t = (x'_t cos\Omega_t) - (y'_t cos i_t sen\Omega_t)$$

$$y_t = (x'_t sen\Omega_t) + (y'_t cos i_t cos\Omega_t)$$

$$z_t = y'_t sen i_t$$

donde Ω_t es la longitud corregida del nódulo ascendente en la época t:

$$\Omega_t = \Omega_0 - (\dot{\Omega}_e \Delta_t)$$

e i_t es la inclinación corregida en la época t:

$$i_t = I + (I_{dot} \Delta_t).$$

Nota 1.— Se debe tener en cuenta la corrección por el efecto Sagnac (rotación de la Tierra).

Nota 2.— Se toma como supuesto que la velocidad de ascensión recta del nodo ascendente es cero.

3.5.12.4 Solución de navegación SBAS DFMC

Nota.— 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. En el Adjunto D, 6.7.12 se proporciona información adicional.

La solución de navegación mínima cuadrática ponderada tiene la forma siguiente:

$$\hat{X} = \left(G^T \cdot W \cdot G\right)^{-1} \cdot G^T \cdot W \cdot Y$$

dónde:

a) $\hat{X}$ es la estimación mínima cuadrática ponderada del error en la ubicación estimada del usuario para el cual se hace la linealización:

b)

$$X = [x, y, z, ct_{C1}, ct_{C1\text{-}C2}]$$

donde:

t_{C1} es el error sistemático del reloj del receptor en segundos con respecto a la hora de referencia de la constelación 1; y

$t_{C1\text{-}C2}$ es la diferencia horaria observada por el receptor en segundos entre la constelación de referencia 2 y la constelación 1, es decir, $t_{C1\text{-}C2} = t_{C2} - t_{C1}$;

Nota.— Esta es una forma de aplicación posible. En el Adjunto D, 6.7.12, se describe una segunda forma de aplicación.

b) Y es el vector P-dimensional que contiene las mediciones corregidas de seudodistancia 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 seudodistancia libre de ionosfera del satélite i que se calculó según se especifica en 3.5.1.2 con los siguientes parámetros:

bi, que se define en 3.5.1.2, es el reloj SBAS corregido:

$$b_i = c * (\delta\Delta t_{SV,i} + \Delta t_{SV,i});$$

ΔtSV,i es la corrección de la hora del satélite que se describe en 3.5.15.1.1.2; y

tD es la hora de referencia de las correcciones.

El vector de corrección del error de posición del satélite [δx(t), δy(t), δz(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, δẋ, δẏ yδż según se definen 3.5.11.2.

Nota 1.— 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.

Nota 2.— 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.

c) G es la matriz de observación:

$$G_i=[-\cos El_i \bullet \text{sen}Az_i - \cos El_i \bullet \cos Az_i \; -\text{sen}El_i \; 1 \; n_i] = \text{iésima fila de G}$$

donde:

El_i es la elevación del satélite i después de corregir su posición con los parámetros descritos en 3.5.11.2;
Az_i es el azimut del satélite i después de corregir su posición con los parámetros transmitidos que se describen en 3.5.11.2. 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.

Nota 1.— En las normas para SBAS DFMC no se prevé aumentación de las señales telemétricas de SBAS DFMC de otros proveedores de servicios.

d) 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:
$w_i=1/\sigma_i^2$;
$\sigma_i^2=\sigma^2_{i,DFC}+\sigma_i^2{}_{,tropo}+\sigma_i^2{}_{,air\_DF}+\sigma_i^2{}_{,iono}$;

$\sigma_i^2{}_{,DFC}$ es la varianza del modelo por el error residual derivado de las correcciones de SBAS para el satélite i como se define en 3.5.12.4.1;

$\sigma_i^2{}_{,tropo}$ es la varianza del modelo por el error troposférico residual del satélite i, como se define en 3.5.8.4.2.4 y 3.5.8.4.2.5;

$\sigma_i^2{}_{,air\_DF}$ 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 3.5.15.3.4.1) para el satélite i; y

$\sigma_i^2{}_{,iono}$ es la varianza del modelo por el error residual libre de ionosfera para el satélite i, como se define en 3.5.15.3.4.2.

3.5.12.4.1 Cálculo de la varianza del modelo por el error residual derivado de las correcciones de SBASσ^2_{DFC}.

Nota.— Los siguientes cálculos se hacen para cada satélite. Para mayor facilidad, el índice i usado en 3.5.12.4 se ha suprimido de las ecuaciones.

El factor de ubicación de usuario (δ_{DFRE}) se obtendrá de la matriz C de covarianza de reloj-efemérides 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:

$$\varepsilon_C = C_{COVARIANZA} \times 2^{\text{exponente de escala}-5}\text{; y}$$

el exponente de escala está definido en 3.5.11.2 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 ((σDFC2) a la hora t se calcularán usando los parámetros de las correcciones SBAS que se describen en 3.5.11.2 (para los satélites de constelaciones principales) y 3.5.11.5 (para los satélites SBAS) vinculadas a los parámetros OBAD descritos en 3.5.11.4, sobre la base del selector de ecuación de la degradación radiodifundido, de la siguiente manera:

"0": $\sigma^2_{DFC}=\sigma^2_{DFRE}\times\delta^2_{DFRE}+\varepsilon^2_{CORR}+\varepsilon^2_{ER}$
"1": $\sigma^2_{DFC}=(\sigma_{DFRE}+\varepsilon_{CORR}+\varepsilon_{ER})^2\times\delta^2_{DFRE}$

donde:

$$\varepsilon_{corr}=\left\lfloor\frac{t-t_{CORR}}{I_{CORR}}\right\rfloor C_{CORR}+(t-t_{CORR})\frac{(R_{CORR})_{SV}}{1000};$$

σ_{DFRE} es la desviación normal del error residual de distancia de reloj y efemérides libre de ionosfera que se define en 3.5.11.4;

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 3.5.11.4) 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 la efemérides del satélite;

I_{CORR} es el intervalo de tiempo para la aplicación de C_{CORR} (véase 3.5.11.4);

3.5.12.5 Cálculo del nivel de protección

Para una solución de posición general por mínimos cuadrados, la matriz de proyección S se definirá así:

$$S=\begin{bmatrix} s_{este,1} & s_{este,2} & \cdots & s_{este,P} \\ s_{norte,1} & s_{norte,2} & \cdots & s_{norte,P} \\ s_{U,1} & s_{U,2} & \cdots & s_{U,P} \\ s_{t_{C_1},1} & s_{t_{C_1},2} & \cdots & s_{t_{C_1},P} \\ s_{t_{C_1C_2},1} & s_{t_{C_1C_2},2} & \cdots & s_{t_{C_1C_2},P} \end{bmatrix}=(G^T\cdot W\cdot G)^{-1}\cdot G^T\cdot W$$

donde:
G es la matriz de observación definida en 3.5.12.4; y

W es la matriz de ponderación definida en 3.5.12.4.

3.5.12.5.1 Nivel de protección horizontal (HPL)

El nivel de protección horizontal (HLP) se calcularán de la forma siguiente:

$$HPL=K_H{}^{d}{}_{mayor}$$

donde:

$$K_H = \begin{cases} 6{,}18 & \text{para las operaciones en ruta hasta aproximación que no es de precisión} \\ 6{,}0 & \text{para las operaciones de APV – I y Categoría I} \end{cases};$$

d_{mayor} es la incertidumbre del error a lo largo del eje semimayor de la elipse de error definida con la siguiente expresión

$$d_{mayor} \equiv \sqrt{\frac{d^2_{este}+d^2_{norte}}{2} + \sqrt{\left(\frac{d^2_{este}-d^2_{norte}}{2}\right)^2 + d^2_{EN}}};$$

donde:

d^2este es la varianza de distribución del modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero en el eje este:

$$d^2_{este} = \sum_{i=1}^{P} s^2_{este,i}\sigma^2_i;$$

d^2norte es la varianza de distribución del modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero en el eje norte:

$$d^2_{norte} = \sum_{i=1}^{P} s^2_{norte,i}\sigma^2_i;$$

d_{EN} es la covarianza de distribución del modelo en los ejes este y norte:

$$d_{EN} = \sum_{i=1}^{P} s_{este,i}s_{norte,i}\sigma^2_i;$$

$s_{este,i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección este respecto del error de seudodistancia en el i^{ésimo} satélite;

$s_{norte,i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección norte respecto del error de seudodistancia en el i^{ésimo} satélite;

$\sigma_i$se define en 3.5.12.4.

3.5.12.5.2 Nivel de protección vertical (VPL)

El nivel de protección vertical (VLP) se calculará de la forma siguiente:

$VPL = K_{V,PA} \times \sqrt{d^2_{nt,U} + d^2_{tropo,U}}$

donde

$K_{V,PA} = 5{,}33;$

Nota. — $d^2_{nt,U}$ es la varianza de distribución modelo que se sale de los límites de la distribución del error verdadero no troposférico en el eje vertical que se define con la siguiente expresión:
Nota. — $d^2_{nt,U} = \Sigma\, s^2_{U,i}\sigma^2_{nt,i}$

Nota. — donde

Nota. — $s_{U,i}$ es la derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite; y

$\sigma_{nt,i}$ se obtiene de:

$\sigma^2_{nt,i} = \sigma^2_{i,DFC} + \sigma^2_{i,air\_DF} + \sigma^2_{i,iono}$

(términos de sigma definidos en 3.5.12.4)

$d^2_{tropo,U}$ se obtiene de:

Nota. — $d^2_{tropo,U} = (\Sigma\, s_{U,i}\, \sigma_{i,tropo})^2$

Nota. — $\sigma_{i,tropo}$ es la raíz cuadrada de la varianza del modelo por el error troposférico residual del satélite i, como se define en 3.5.8.4.2.5;

3.5.13 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-94 a B-106. Todos los parámetros con signo de estas tablas se representarán en complementos a dos y el bit del signo ocupará el lugar del MSB.

Nota 1.— 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 = $\text{campo}_{\text{valor}} * \text{escala}_{\text{factor}}$; y

• si el parámetro no está codificado como complemento a dos: parámetro = desplazamiento + $\text{campo}_{\text{valor}} * \text{escala}_{\text{factor}}$; donde el desplazamiento se especifica en la columna de observaciones si difiere de la gama efectiva mínima.

Nota 2.— Los bits reservados de los mensajes DFMC pueden tener cualquier valor.

Tabla B-94. Mensaje de tipo 0 “No utilizar” radiodifundido en L5

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
Reservado	Reservado	216	-	-	-	-	-

1.— 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.

Nota 2.— 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-95. 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 GLO-NASS	Del número de posición orbital 38	1	1	0	1	-	Del bit para primer satélite GLO-NASS
	al número de posición orbital 69	1	1	0	1	-	al bit para el 32º satélite GLO-NASS
	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		-	Del bit para primer satélite Gali-leo
	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	-	de 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	-	

Nota.— Todos los parámetros están definidos en 3.5.11.1.

Tabla B-96. Correcciones de efemérides-reloj y matriz de covarianza de tipo 32

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
Encabezado de mensaje	Número de posi-ción 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-91.
	IODN	10	1	0	1023	-	
Parámetros de órbita	$\delta x_{(ECEF)}$	11	0,0625	-64	63,9375	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta y_{(ECEF)}$	11	0,0625	-64	63,9375	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta z_{(ECEF)}$	11	0,0625	-64	63,9375	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta B_{(ECEF)}$	12	0,03125	-64	63,9375	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta \dot{x}_{(ECEF)}$	8	2-11	-0,0625	0,06201171875	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta \dot{y}_{(ECEF)}$	8	2-11	-0,0625	0,06201171875	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta \dot{z}_{(ECEF)}$	8	2-11	-0,0625	0,06201171875	-	Codificado como complemento a dos
	$\delta \dot{B}_{(ECEF)}$	9	2-12	-0,0625	0,06201171875	-	Codificado como complemento a dos
	t_D	13	16	0	86384	-	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
IOD	IODM	4	1	0	15	-	
δR_{CORR}	Factor de escala R_{CORR}	3	1/8	1/8	1	-	

Nota 1.— Este mensaje contiene los parámetros de corrección para un solo satélite que se identifica por el parámetro de número de posición orbital.

Nota 2.— Todos los parámetros están definidos en 3.5.11.2.

Tabla B-97. Mensaje de tipo 34 con información de integridad

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
De DFRECI	De DFRECI 1	2	1	0	3	-	
	a DFRECI 92	2	1	0	3	-	
DFRE	De DFREI	4	1	0	15	-	
	a DFREI 7	4	1	0	15	-	
Reservado	Reservado	2	-	-	-	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

Nota 1.— DFREI está definido en 3.5.11.2.

Nota 2.— IODM está definida en 3.5.11.1.

Nota 3.— DFRECI está definido en 3.5.11.3.

Tabla B-98. Mensaje de tipo 35 con información de integridad

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
DFREI	De DFREI 1	4	1	0	15	-	
	a DFREI 53	4	1	0	15	-	
Reservado	Reservado	2	-	-	-	-	
IOD	IODM	2	1	0	3	-	

Nota 1.— DFREI está definido en 3.5.11.2.

Nota 2.— IODM está definida en 3.5.11.1.

Tabla B-99. Mensaje de tipo 36 con información de integridad

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	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	-	

Nota 1.— DFREI está definido en 3.5.11.2.

Nota 2.— IODM está definida en 3.5.11.1

Tabla B-100. 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	$(IVALID)_{32}$	6	6	30	408	s	
	$(IVALID)_{39/40}$	6	6	30	408	s	
	C_{ER}	6	0,5	0	31,5	m	
	$C_{COVARIANZA}$	7	0,1	0	12,7	-	
Parámetros OBAD de GPS	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	8	0,2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de GLONASS	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	8	0,2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de Galileo	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	8	0,2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de BDS	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	8	0,2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD de SBAS	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	8	0,2	0	51	mm/s	
Parámetros OBAD reservados	I_{CORR}	5	6	30	216	s	
	C_{CORR}	8	0,01	0	2,55	m	
	R_{CORR}	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	

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
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	-	
	RSS_{DFRE}	1	1	0	1	-	
Extra	Extra	1	-	-	-	-	

Tabla B-101. Mensaje de tipo 39 de reloj, efemérides y matriz de covarianza SBAS - 1

Sección	Nombre	Longi-tud	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 1. Véase la Tabla B-113
	IODG	2	1	0	3	-	
	ID de proveedor de SBAS	5	1	0	31	-	
Parámetros de órbita	C_{uc}	19	$\pi \times 2^{-19}$ × 10-4	$-\pi/2 \times 10^{-4}$	$\pi/2 \times 10^{-4} \times (1-2^{-18})$	rad	Codificado c/complemento a dos
	C_{us}	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
	Idot	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_o	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	a_{Gf0}	25	0,02	-292766,06	292766,06	m	Codificado c/complemento a dos La gama de codificación (-335544,32 a 335544,30) supera la gama efectiva
	a_{Gf1}	16	4×10^{-5}	-1,31072	1,31068	m/s	Codificado c/complemento a dos

Nota 1.— Toda la información se define en 3.5.11.5.

Nota 2.— 3.5.9.6 limita el valor aGf0 a ±292766,07 m.

Tabla B-102. Mensaje de tipo 40 de reloj, efemérides y matriz de covarianza SBAS - 2

Sección	Nombre	Longi-tud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
Encabezado de mensaje	IODG	2	1	0	3	-	
Parámetros de órbita	I	33	$\pi \times 2^{-33}$	0	$\pi\times (1-2^{-33})$	rad	
	e	30	2^{-30}	0	$1-2^{-30}$	-	
	a	31	0,02	6370000	49319672,94	m	
Hora de efemérides SBAS	t_e	13	16	0	86384	s	La gama de codificación (0 a 131 056) supera la gama efecti-va.
Parámetros de covarian-za	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 c/complemento a dos
	$E_{1,3}$	10	1	-512	511	-	Codificado c/complemento a dos
	$E_{1,4}$	10	1	-512	511	-	Codificado c/complemento a dos
	$E_{2,3}$	10	1	-512	511	-	Codificado c/complemento a dos
	$E_{2,4}$	10	1	-512	511	-	Codificado c/complemento a dos
	$E_{3,4}$	10	1	-512	511	-	Codificado c/complemento a dos
Parámetros de integridad	DFREI	4	1	0	15	-	
δR_{CORR}	Factor de escala R_{CORR}	3	1/8	1/8	1	-	
Extra	Extra	1	1	0	1	-	

Nota 1.— DFREI y δRCORR están definidos en 3.5.11.2.

Nota 2.— Toda la demás información se define en 3.5.11.5.

Tabla B-103. Mensaje de tipo 42 de desplazamientos horarios GNSS

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
Parámetros UTC comunes	A_{1SNT}	24	2^{-50}	$-2^{23}*2^{-50}$	$(2^{23}-1)*2^{-50}$	s/s	Coeficiente de deriva de la escala de tiempo SBAS respecto a la escala de tiempo UTC (codificado como complemento a dos)
	A_{0SNT}	35	2^{-33}	-2	$2-2^{-33}$	s	Coeficiente de sesgo de la escala de tiempo SBAS respecto a la escala de tiempo UTC (codificado como complemento a dos)
	t_{0t}	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.
	WN_t	8	1	0	255	semana	Número de semana usado como dato de referencia horaria
	Dt_{LS}	8	1	-128	127	s	Cuenta actual o anterior de segundos intercalares (codificado como complemento a dos)
	WN_{LSF}	8	1	0	255	semana	Segundo intercalar número de semana usado como referencia
	DN	3	1	1	7	dia	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.
	Dt_{LSF}	8	1	-128	127	s	Cuenta actual o futura de segundos intercalares (codificado como complemento a dos)
	Identificador de norma UTC	4	1	0	15	-	Identificador de norma UTC
Parámetros de integridad	Estado de desplazamiento respecto de UTC	1	1	0	1	-	Estado de validez del desplazamiento por conversión de SNT a UTC
	TOW_{app}	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
	VP	3	1	0	7	A	Duración del período de validez
Extra	Extra	97	1	-	-	-	

Tabla B-104. Almanaques de satélite SBAS de tipo 47

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva mín.	Gama efectiva máx.	Unidad	Observaciones
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-113
	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	s	
	I	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}	$1{,}28\times10^{-7}$	$1{,}27\times10^{-7}$	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-113
	ID de proveedor de SBAS	5	1	0	31	-	
	Indicador transmitido	1	-	-	-	-	
Parámetros keplerianos de SBAS II	a	16	650	6370000	48967750	m	
	e	8	2^{-8}	0	0,99609375	-	
	I	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}	$1{,}28\times10^{-7}$	$1{,}27\times10^{-7}$	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	$WNRO_{cuenta}$	4	1	0	15	-	15 significa que el parámetro es inválido.

Nota 1.— Los identificadores de proveedor de servicio SBAS se definen en 3.5.1.1.

Nota 2.— Todos los demás parámetros se definen en 3.5.11.7.

Tabla B-105. Reservada

Tabla B-106. Mensaje nulo de tipo 63 radiodifundido en L5

Sección	Nombre	Longitud	Factor de escala	Gama efectiva		Unidad	Observaciones
				mín.	máx.		
Reservado	Reservado	216	-	-	-	-	

Nota.— 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-107. 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	6s	N/A	N/A
Máscara de satélite	31	120s	600s	600s
DFREI o DFRECI	32	6s	18s	12s
	34	6s	18s	12s
	35	6s	18s	12s
	36	6s	18s	12s
	40	6s	18s	12s
Correcciones de efemérides-reloj y matriz de covarianza	32	$0,5x(I_{Valid})_{32}$ s por satélite corregido	$1,5x(I_{Valid})_{32}$	$(I_{Valid})_{32}$
Reloj, efemérides y matriz de covarianza SBAS	39 40	$0,5x(I_{Valid})_{39/40}$ s	$1,5x(I_{Valid})_{39/40}$	$(I_{Valid})_{39/40}$
Parámetros de degradación	37	120s	600s	600s
Tabla de escala DFREI	37	120s	600s	600s
Identificador de referencia horaria	37	120s	600s	600s
Identificador de proveedor de servicio SBAS	39	120s	N/A	600s
	47	120s	N/A	600s
Desplazamiento por conversión de SNT a UTC	42	240s	Nota 3	Nota 3

Nota 1.— Los intervalos de expiración se definen a partir de la hora de llegada del último bit del mensaje al puerto de antena del receptor.

Nota 2.— Para los demás parámetros del mensaje de tipo 47, no hay más requisitos de expiración que los enumerados arriba.

Nota 3.— La información sobre desplazamiento por conversión de SNT a UTC del mensaje de tipo 42 expira según se define en 3.5.11.6 tomando en cuenta los parámetros Wnapp, TOW_{app} y VP

3.5.14 ELEMENTOS SBAS DFMC AJENOS A LA AERONAVE

Nota.— Los parámetros mencionados en esta sección se definen en 3.5.11.

3.5.14.1 Generalidades

3.5.14.1.1 Datos e intervalos de radiodifusión requeridos. El SBAS radiodifundirá los datos requeridos para las funciones habilitadas que se describen en el Capítulo 3, 3.7.3.4.2, como se muestra en la Tabla B-108.

Nota.— 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.

3.5.14.1.1.1 Todos los datos que radiodifunda SBAS, se necesiten o no para una función particular, se ajustarán a los requisitos de actualización de la Tabla B-108.

Tabla B-108. Intervalos de radiodifusión de datos en L5 y funciones habilitadas

Tipo de datos	Intervalo máximo de radiodifusión	Telemetría por SBAS DFMC	Corrección diferencial libre de ionosfera	Tipos de mensaje
"No utilizar"	6s			0
Correcciones de errores de efemérides-reloj y datos de matriz de covarianza	$0,5x(I_{Valid})_{32}$ s por satélite corregido		R	32
Máscara de satélites SBAS	120s	R	R	31
Información de integridad (DFREI y opcionalmente DFRECI)	6s	R	R	32, 34, 35, 36 y 40
Correcciones de efemérides-reloj y datos de matriz de covarianza SBAS	$0,5x(I_{Valid})_{39/40}$ 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

Nota 1.— "R" significa que deben radiodifundirse los datos para habilitar la función.

Nota 2.— La información de integridad incluye el DFRECI únicamente si se radiodifunde el mensaje de tipo 34, de lo contrario sólo incluye el DFREI.

3.5.14.1.2 Supervisión de la radiofrecuencia en SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la Tabla B-109 y ejecutará la acción indicada.

Tabla B-109. Supervisión de la radiofrecuencia SBAS L5

Parámetro	Referencia	Límite de alarma	Acción requerida (Nota 1)
Nivel de potencia de la señal	Capítulo 3, 3.7.3.4.5.3 y 3.7.3.4.6.3	3 potencia mínima especificada potencia máxima especificada (Nota 2)	Mínima: detener la función de telemetría de SBAS DFMC. Máxima: detener la radiodifusión.
Modulación	Capítulo 3, 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 (Nota 3)	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 (Nota 3)	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 3.5.9.6	N/A (Notas 2 y 3)	Detener la función de telemetría de SBAS DFMC 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

Notas.—

1. Los parámetros de supervisión que requieren “detener la función de telemetría de SBAS DFMC” sólo 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/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 el parámetro σ 2 DFRE. Si no puede representarse el error, debe cesar la función telemétrica.

3.5.14.1.3 “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.

3.5.14.1.4 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.

3.5.14.1.5 Parámetros de efemérides SBAS. Al radiodifundir parámetros de efemérides, cada satélite SBAS radiodifundirá parámetros de efemérides para sí mismo como se define en 3.5.11.5.

3.5.14.1.5.1 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro horario te 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.

Nota.— te se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.5.14.1.6 Datos de almanaque. Cada satélite SBAS transmitirá datos de almanaque como se define en 3.5.11.7 para todos los satélites SBAS del mismo proveedor de servicios.

Nota.— En el Adjunto D, 6.7.5, se da información adicional relativa a determinadas órbitas de SBAS.

3.5.14.1.6.1 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.

3.5.14.1.6.2 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.

Nota.— 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.

3.5.14.1.6.3 Si con el mensaje de tipo 47 se proporciona sólo un almanaque de satélite SBAS, los bits entre 118 y 225 asignados al segundo almanaque de satélite SBAS se codificarán con valor “0”.

3.5.14.1.6.4 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.

3.5.14.1.6.5 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-27.

3.5.14.1.6.6 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro horario te 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.

Nota.— ta se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.5.14.2 Función telemétrica. Si un SBAS proporciona una función telemétrica SBAS DFMC, también cumplirá los requisitos que figuran en esta sección.

3.5.14.2.1 Requisitos de actuación

Nota.— Véase el Capítulo 3, 3.7.3.4.3.

3.5.14.2.2 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.

3.5.14.2.3 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-107.

3.5.14.3 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.

3.5.14.3.1 Actuación de la corrección diferencial libre de ionosfera.

3.5.14.3.1.1 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 3.5.12.5) durante más de ocho segundos consecutivos será inferior a 10-7 en una hora cualquiera, tomando por supuesto un usuario con latencia cero.

3.5.14.3.1.2 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 3.5.12.5) con un tiempo hasta la alerta de más de 5,2 segundos consecutivos será inferior a $2 \times 10–7$ durante una aproximación, tomando por supuesto un usuario con latencia cero.

3.5.14.3.1.3 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.

Nota 1.— También puede enviarse el mensaje de tipo 0 cuatro veces seguidas para indicar una condición de alerta. Para más orientación, véase el Adjunto D, 6.7.4.

Nota 2.— Son datos activos los datos que no han expirado según lo indicado en 3.5.15.1.4.2. Este requisito comprende las fallas de una o más constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Nota 3.— Los mensajes subsiguientes pueden transmitirse a la velocidad normal de actualización.

3.5.14.3.2 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.

3.5.14.3.2.1 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.

3.5.14.3.2.2 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.

3.5.14.3.2.3 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-107.

3.5.14.3.3 Correcciones de errores de efemérides-reloj y matriz de covarianza.

3.5.14.3.3.1 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.

Nota.— 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.

3.5.14.3.3.2 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.

3.5.14.3.3.3 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 GPS;

b) 150 a 320 segundos para GLONASS;

c) 150 a 350 segundos para Galileo; y

d) 120 a 300 segundos para BDS.

Nota.— 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.

3.5.14.3.3.4 Para los satélites que no sean SBAS, el SBAS sólo 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.

Nota.— La IOD definida en 3.5.11.2 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 aumentación proveniente del SBAS DFMC, como se menciona en 3.5.11.1.

3.5.14.3.3.5 El proveedor de servicio SBAS se cerciorará de que el parámetro te 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.

Nota.— tD se codifica como una hora del día y el día/la semana aplicable está dentro del intervalo previsto [-43 200 s; +43 199 s].

3.5.14.3.4 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 de 3.5.14.3.1. Si las correcciones exceden la gama de codificación, o si no es posible determinar □^{2}□FC (como se describe en 3.5.12.4.1), entonces el SBAS indicará que el satélite no es adecuado para la determinación de la posición por SBAS (“No usar con SBAS”).

Nota.— El receptor de SBAS aplicará el DFRECI a su DFREI activo actual, que puede ser cualquier DFREI activo transmitido.

3.5.14.3.4.1 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 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.

3.5.14.3.4.1.1 Al usar un mensaje de tipo 34, el SBAS transmitirá como máximo siete DFRECI con valor “1”.

Nota 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.

Nota 2.— 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.

3.5.14.3.4.1.2 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”.

3.5.14.3.4.2 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.

3.5.14.3.4.2.1 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.

3.5.14.3.4.2.2 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”.

3.5.14.3.4.3 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 3.5.14.3.1.

3.5.14.3.4.4 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.

Nota.— 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.

3.5.14.3.4.5 El requisito de integridad de 3.5.14.3.1 se aplicará durante toda la actualización de los parámetros en el mensaje de tipo 37.

Nota.— Se prevé que muy rara vez se modifique la tabla de escala de DFREI durante la vida de un SBAS.

3.5.14.3.4.5.1 Para cada DFREI, el valor σDFRE será siempre superior al valor de σDFRE especificado para el DFREI inferior en la tabla de escala del mensaje de tipo 37.

3.5.14.3.5 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 de 3.5.14.3.1.

3.5.14.3.6 Datos de temporización
3.5.14.3.6.1 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.

3.5.14.3.6.2 Si un SBAS proporciona la información de WNROcuenta 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 (WNROcuenta) en el mensaje de tipo 47 para la constelación GNSS identificada en el identificador de referencia horaria del mensaje de tipo 37.

Nota.— 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 3.5.11.7 puede encontrarse información sobre la hora de referencia por constelación para calcular la WNROcuenta.

3.5.14.3.6.3 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.

Nota.— El SBAS puede usar el parámetro de estado de desplazamiento respecto a UTC para dejar sin efecto información transmitida previamente.

3.5.14.3.6.4 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”.

3.5.14.4 Supervisión

3.5.14.4.1 Supervisión de la radiofrecuencia en SBAS. El SBAS supervisará los parámetros de satélite SBAS indicados en la Tabla B-109 y ejecutará la acción indicada.

Nota.— Además de los requisitos de supervisión de radiofrecuencias de esta sección, será necesario hacer arreglos especiales para supervisar la aceleración de seudodistancia especificada en el Capítulo 3, 3.7.3.4.3.5, el ruido de fase portadora especificado en 3.5.9.2 y la pérdida de correlación especificada en 3.5.9.5, a menos que el análisis y las pruebas muestren que estos parámetros no pueden exceder los límites establecidos.

3.5.14.4.2 Supervisión de datos. El SBAS supervisará las señales telemétricas de GNSS para cerciorarse de que los datos activos cumplan los requisitos de 3.5.14.3.1.

3.5.14.4.2.1 El subsistema de tierra fijará los principales picos de correlación de las señales rastreadas que el SBAS usa para la aumentación.

3.5.14.4.2.2 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 3.5.15.1.1.3 al encontrarse con las distorsiones de señales GNSS que se definen en el Adjunto D, 8.

Nota.— El receptor de SBAS fija el pico de correlación principal de la señal rastreada según lo requerido en 3.5.15.1.5.

3.5.14.4.2.3 La acción de supervisión consistirá en dar a DFRE un valor más alto o fijarlo en "No utilizar con SBAS" para ese satélite.

3.5.14.4.2.4 El SBAS supervisará todos los datos activos que cualquier usuario pueda usar dentro del área de cobertura.

3.5.14.4.2.5 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 3.5.14.3.1).

Nota.— 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 de 3.5.15.

3.5.14.4.3 Supervisión de IOD. El SBAS actuará como corresponda para garantizar la integridad de la información transmitida cuando la IODN activa que se describe en 3.5.11.2 pueda vincularse a más de una efemérides válida.

Nota 1.— Son datos activos los datos que no han expirado según lo indicado en la Tabla B-107. Este requisito comprende las fallas de una o más constelaciones principales de satélites y del SBAS.

Nota 2.— En 3.5.15.1.4.8 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.

3.5.14.5 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.

Nota.— 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.

3.5.15 ELEMENTOS SBAS DFMC DE AERONAVE

Nota 1.— Los parámetros a los que se hace referencia en esta sección están definidos en 3.5.11.

Nota 2.— Todos los receptores SBAS procesan señales de satélites SBAS GEO; el procesamiento de señales provenientes de otros satélites es opcional.

3.5.15.1 Receptor GNSS con capacidad SBAS DFMC.

3.5.15.1.1 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 3.1.1.3.1 (receptor GPS), y/o 3.1.2.3.1 (receptor GLONASS), y/o 3.1.3.3.1 (receptores Galileo), y/o 3.1.4.3.1 (receptores BDS). Las mediciones de seudodistancia para cada satélite se adaptarán usando mediciones de portadora y el filtro que se define en 3.5.1.1. con los siguientes valores observables de seudodistancia:

$P_{1,k}$ es la medición cruda de seudodistancia 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 seudodistancia 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;

$\gamma_{12} = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2$ 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.

3.5.15.1.1.1 El receptor procesará las señales aumentadas de la siguiente forma:

a) 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 la efemérides contenida en el mensaje LNAV en L1. Se aplicará la corrección por retardo de grupo contenida en el mensaje LNAV en L1;

b) 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;

c) 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 la efemérides contenida en el mensaje F/LNAV en E5a; y

d) 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.

Nota.— En BDS-SIS-ICD-B2a (V1.0), 7.8.3, se describe el cálculo del equivalente específico libre de ionosfera tomando en cuenta los retardos de grupo transmitidos en el mensaje B-CNAV2.

3.5.15.1.1.2 La corrección de la hora del satélite ($\mathbf{\Delta t}_{SV,i}$) para el satélite i que se define en 3.5.12.4 se calculará usando la siguiente información:

a) para GPS: la corrección del reloj del satélite $\mathbf{\Delta t}_{SV,i}$ será $(\Delta t_{sv})_{L1,}$ que se calculará como se describe en 3.1.1.2.1.2 tomando en cuenta la corrección por retardo de grupo transmitida en el mensaje LNAV;

b) para GLONASS: la corrección del reloj del satélite $\mathbf{\Delta t}_{SV,i}$ se calculará como se describe en 3.1.2.2.2;

c) para Galileo: la corrección del reloj del satélite $\mathbf{\Delta t}_{SV,i}$ se calculará como se describe en 3.1.3.2.2;

d) para BDS: la corrección del reloj del satélite $\mathbf{\Delta t}_{SV,i}$ se calculará como se describe en 3.1.4.2.2.1; y
0
e) para el satélite telemétrico SBAS: la corrección del reloj del satélite $\mathbf{\Delta t}_{SV,}$ se calculará con la expresión $\mathbf{\Delta t}_{SV,}=a_{Gf0}+a_{Gf1}\Delta_t$, tomando aGf0 and aGf1 de la transmisión del mensaje de tipo 39 y Δt como se define en 3.5.12.3.1.

3.5.15.1.1.3 Limitaciones de diseño de los elementos SBAS DFMC de aeronave.

3.5.15.1.1.3.1 Para procesar las señales L1, L5, E1, E5a, B1C y B2a, el elemento de aeronave se ajustará a las siguientes limitaciones:

a) anchura de banda de 3 dB entre 12 y 24 MHz centrada en torno a 1 575,42 MHz y 1 176,45 MHz;

b) retardo de grupo diferencial que no exceda de 150 ns;

c) discriminación temprano-tarde;

d) espaciado de correlacionador L1/E1/B1C entre 0,08 y 0,12 chips L1;

e) 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 3.7;

g) mantener la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestacón en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en 3.7; y

h) filtrar las frecuencias del centro en torno a 1 575,42 MHz y 1 176,45 MHz en un rango de +/- 10 % de la anchura de banda de 3 dB especificada en a).

Nota 1.— Este requisito limita la totalidad de la instalación de la capacidad SBAS DFMC en la aeronave, y no sólo el receptor SBAS DFMC.

Nota 2. — El nivel de 0 dB corresponde a la respuesta normalizada del filtro en pico de banda.

3.5.15.1.1.3.2 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 intererencia en los umbrales de interferencia especificados en 3.7;

g) mantener la atenuación mínima para lograr los objetivos de prestación en presencia de señales de interferencia en los umbrales de interferencia especificados en 3.7; y

h) filtrar las frecuencias del centro en torno a 1 600,995 MHz y 1 202,025 MHz en un rango de +/- 10 % de la anchura de banda de 3 dB especificada en a).

Nota 1.— El requisito limita la totalidad de la instalación de la capacidad SBAS DFMC en la aeronave, y no sólo el receptor SBAS DFMC.

Nota 2. — El nivel de 0 dB corresponde a la respuesta normalizada del filtro en pico de banda.

3.5.15.1.2 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.

3.5.15.1.3 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.

3.5.15.1.4 Condiciones de uso de los datos en L5.

3.5.15.1.4.1 El receptor utilizará datos de un mensaje SBAS únicamente si se ha verificado la CRC del mensaje.

3.5.15.1.4.2 El receptor usará la información transmitida en mensajes DFMC únicamente dentro del período de expiración que se define en la Tabla B-107, comenzando a partir de la recepción del último bit del mensaje.

3.5.15.1.4.3 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-107, excepto el identificador de proveedor de servicio SBAS, que únicamente podrá usarse para el proceso de adquisición de SBAS.

3.5.15.1.4.4 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.

3.5.15.1.4.5 El nuevo DFREI que se reciba sustituirá al anterior.

3.5.15.1.4.6 Requisitos del DFRECI

3.5.15.1.4.6.1 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.

3.5.15.1.4.6.2 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 σDFRE que corresponda al DFREI activo aumentado por uno.

Nota.— El efecto de recibir un DFRECI = 2 (“aumento del valor por 1”) no es acumulativo.

3.5.15.1.4.6.3 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.

3.5.15.1.4.6.4 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.

3.5.15.1.4.7 El receptor usará la tabla de DFREI hasta el último mensaje de tipo 37 decodificado para calcular σDFRE a partir de los DFREI recibidos.

3.5.15.1.4.8 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.

Nota.— 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.

3.5.15.1.4.9 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 3.5.12.4 y 3.5.12.5.

3.5.15.1.4.10 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.

3.5.15.1.4.11 El receptor computará correctamente el cambio por reinicio de día y semana cuando se observe después del último mensaje de tipo 47 recibido.

3.5.15.1.4.12 El receptor sólo 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.

3.5.15.1.4.13 El receptor sólo 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.

Nota.— 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, delta_RCORR) y el mensaje de tipo 32 del satélite SBAS que se está usando para las correcciones.

3.5.15.1.4.14 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.
3.5.15.1.4.15 En caso de pérdida de cuatro mensajes SBAS sucesivos, el receptor invalidará todos los DFREI y DFRECI recibidos previamente de este PRN SBAS.

3.5.15.1.4.16 El receptor comprobará que el parámetro tD del mensaje de tipo 32, así como los parámetros te y t aGf0 del mensaje de tipo 39/40, estén dentro de la gama efectiva indicada en las tablas de mensajes en 3.5.13. Si la comprobación de gama efectiva arroja resultado insatisfactorio, se descartará el mensaje.

Nota.— Los bits o campos de mensaje que figuren como “Reservados” o “Extra” podrán tener cualquier valor durante la vida útil del servicio SBAS.

3.5.15.1.5 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.

3.5.15.2 Posición de satélite SBAS

3.5.15.2.1 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 ((XG, YG, ZG) del satélite SBAS usando el protocolo que se describe en 3.5.12.3.

3.5.15.2.2 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 ((XG, YG, ZG) del satélite SBAS usando el protocolo que se describe en 3.5.12.2.
3.5.15.3 Funciones diferenciales libres de ionosfera

3.5.15.3.1 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”.

Nota 1.— 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 de 3.5.14.3.1.

Nota 2.— Si en la solución de posición se usan satélites que el SBAS identifica con la mención “No utilizar con SBAS”, SBAS no proporciona integridad.

3.5.15.3.2 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 seudodistancia libre de ionosfera corregida será inferior o igual al valor de la Tabla B-114 a la potencia mínima y máxima.

Tabla B-114. Exactitud telemétrica libre de ionosfera del receptor de un satélite de constelación principal para aproximaciones de precisión

	GPS (Véase el Capítulo 3, 3.7.3.1.1.8.6)	GLONASS (Véase el Capítulo 3, 3.7.3.1.2.9.4 y 3.7.3.1.2.10.4)	Galileo (Véase el Capítulo 3, 3.7.3.1.3.11.1 y 3.7.3.1.3.11.2)	BDS (Véase el Capítulo 3, 3.7.3.1.4.9.4.1 y 3.7.3.1.4.10.4.1)
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

3.5.15.3.3 El receptor utilizará el protocolo descrito en 3.5.12.4 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.

3.5.15.3.4 El receptor calculará los niveles de protección horizontal y vertical del SBAS definidos en 3.5.12.5.

3.5.15.3.4.1 La varianza del error del receptor de a bordo σair,DF2 para el satélite (i) se calculará así:

$$\sigma^2_{air,DF}[i] = \sigma^2_{ruido}[i] + \sigma^2_{MP\&AGDV,DF}[i]$$

donde:

$\sigma^2_{ruido}[i]$ está definido en 3.5.15.3.2;

$\sigma^2_{MP\&AGDV,DF,}$ 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: $\sigma_{MP\&AGDV, DF}[i]$ = 0,34 + 0,4 $e$xp (-El $_{deg}$ [i] / 14°)(en metros); y donde $El_{gr}[i]$ es el ángulo de elevación del satélite i (en grados).

Nota.— Los modelos son válidos cuando el receptor está en régimen permanente.

3.5.15.3.4.2 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).

3.5.15.3.5 Los parámetros del bloque de datos SBAS FAS aplicables a los receptores SBAS DFMC serán los descritos en 3.5.8.4.2.6, 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)

Nota 1.— 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.

3.5.15.3.5.1 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.
3.5.15.3.5.2 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 3.5.15.3.5.1).
3.5.15.3.5.3 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.
3.5.15.3.5.4 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.

Nota.— 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).

3.5.15.4 Función telemétrica

3.5.15.4.1 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 seudodistancia libre de ionosfera corregida de un satélite telemétrico SBAS en doble frecuencia en las peores condiciones de interferencia ambiental según lo definido en 3.7, 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 (Capítulo 3, 3.7.3.4.6.3).

3.5.15.5 Función de temporización

3.5.15.5.1 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.

3.5.15.5.2 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.

Nota.— 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

siendo:

$f_i(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de seudodistancia de aeronave y

$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

Nota.— El margen normalizado para multitrayectos a bordo definido en 3.6.5.5.1 puede ser utilizado para limitar los errores de multitrayectos.

3.5.8.4.4 Para operaciones de salida, en ruta, de terminal y aproximaciones que no son de precisión, el receptor debería utilizar las correcciones ionosféricas de radiodifusión, de disponer de las mismas, y un modelo troposférico con actuación igual a la especificada en 3.5.8.4.3.

.

3.5.16 INTERFAZ ENTRE LOS SBAS

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

3.6.1 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.

3.6.1.1 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.

Nota 1.— 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. En el Adjunto D, 7.1, figuran textos de orientación relativos a los tipos de servicio.

Nota 2.— 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.). En el Adjunto D, 7.1.4.1, figuran textos de orientación relativos a la clasificación de las instalaciones.

3.6.1.2 Todos los subsistemas de tierra GBAS cumplirán los requisitos de 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.6.6. y 3.6.7, a menos que se indique otra cosa. El subsistema de tierra FAST D cumplirá también con todos los requisitos de FAST C, además de los requisitos específicos de FAST D.

3.6.2 CARACTERÍSTICAS RF

3.6.2.1 Estabilidad de la frecuencia portadora. Se mantendrá la frecuencia portadora de la radiodifusión de datos en un entorno de ±0,0002% de la frecuencia asignada.

3.6.2.2 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 ($\Delta\varphi_k$), de conformidad con lo indicado en la Tabla B-58.

Nota.— 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-19.

Tabla B-58. Codificación de datos

Bits de mensaje			Desplazamiento de fase de símbolos
I3k-2	I3k-1	I3k	$\Delta\phi k$
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	$7\pi/4$

Nota.— I_j es el $j^{-ésimo}$ bit de la ráfaga por transmitir, siendo I_1 el primer bit de la secuencia

3.6.2.3 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:

$$s(t)=\sum_{k=-\infty}^{k=\infty} e^{j\Phi_k}\, h\,(t-kT)$$

siendo:

h = la respuesta de impulsos del filtro de coseno elevado;
ϕ_k = (según se define en 3.6.2.2);
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 α = 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:

$$h(t)=\frac{\operatorname{sen}\left(\frac{\pi t}{T}\right)\cos\left(\frac{\pi\alpha t}{T}\right)}{\frac{\pi t}{T}\left[1-\left(\frac{2\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

$$H(f)=\begin{cases} 1 & \text{para} \quad 0 \le f < \dfrac{1-\alpha}{2T} \\ \dfrac{1-\operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT-1)\right)}{2} & \text{para} \dfrac{1-\alpha}{2T} \le f \le \dfrac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & \text{para} \quad f > \dfrac{1+\alpha}{2T} \end{cases}$$

La salida s(t) del filtro de forma de impulsos modulará la portadora.

3.6.2.4 Magnitud del vector de error. La magnitud del vector de error de la señal transmitida será inferior a 6,5% de la media cuadrática.

3.6.2.5 Velocidad de transmisión de datos RF. La velocidad de transmisión de símbolos será de 10 500 símbolos por segundo ±0,005%, lo que lleva a una velocidad nominal de transmisión de bits de 31 500 bits por segundo.

3.6.2.6 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.

Nota.— 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.

3.6.3 ESTRUCTURA DE DATOS

3.6.3.1 TEMPORIZACIÓN DEL TRANSMISOR

3.6.3.1.1 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 alLa 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.

3.6.3.1.2 Ráfagas. Cada intervalo de tiempo asignado constará como máximo de 1 ráfaga. Para iniciar el uso de un intervalo de tiempo, el GBAS 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.

Nota 1.— 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 3.6.3.2.

Nota 2.— Durante la iniciación de intervalo de tiempo, el receptor de a bordo pudiera no recibir las primeras 4 ráfagas.

3.6.3.1.3 Balance de temporización de ráfagas

3.6.3.1.3.1 Cada ráfaga estará comprendida en un intervalo de tiempo de 62,5 milisegundos.

3.6.3.1.3.2 El principio de la ráfaga ocurrirá 95,2 microsegundos después del principio del intervalo de tiempo con una tolerancia de ±95,2 microsegundos.

3.6.3.1.3.3 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).

Nota.— En la Tabla B-59 se ilustra la temporización de ráfagas.

3.6.3.1.4 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).

Nota.— El período de estabilización de potencia del transmisor puede ser utilizado por el receptor de aeronave para ajustar su control automático de ganancia.

3.6.3.1.5 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).

3.6.3.2 Organización y codificación de las ráfagas. Cada ráfaga constará de los elementos de datos indicados en la Tabla B-60. En la codificación de los mensajes se seguirá la secuenciasiguiente: 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.

3.6.3.2.1 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

3.6.3.3 CONTENIDO DE DATOS CODIFICADOS EN SECRETO

3.6.3.3.1 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.

Tabla B-59. Temporización de ráfagas

Suceso	Duración nominal del suceso	Porcentaje nominal de la potencia de estado permanente
Ascenso	190,5 µs	0% a 90%
Estabilización de potencia del transmisor	285,7 µs	90% a 100%
Sincronización y resolución de ambigüedad	1 523,8 µs	100%
Transmisión de datos codificados en secreto	58 761,9 µs	100%
Descenso	285,7 µs (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-60. Contenido de datos de ráfaga

Elemento	Contenidos de datos	Número de bits
Principio de ráfaga	todos ceros	15
Estabilización de potencia		
Sincronización y resolución de ambigüedad	3.6.3.2.1	48
Datos codificados en secreto:	3.6.3.3	
identificador de intervalo de estación (SSID)	3.6.3.3.1	3
longitud de transmisión	3.6.3.3.2	17
FEC de la secuencia de acondicionamiento	3.6.3.3.3	5
datos de aplicación	3.6.3.3.4	hasta 1 776
FEC de aplicación	3.6.3.3.5	48
bits de relleno (nota)	3.6.2.2	0 a 2
Nota.— La codificación secreta de datos en los bits de relleno es facultativa (3.6.3.3.6).		

3.6.3.3.2 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.

3.6.3.3.3 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:

$$[P_1, ..., P_5] = [SSID_1, \ldots, SSID_3, TL_1, \ldots, TL_{17}]\, H^T$$

siendo:

P_n = el enésimo bit del FEC de la secuencia de acondicionamiento (P_1 se transmitirá en primer lugar);

$SSID_n$ = el enésimo bit del identificador de intervalo de estación ($SSID_1$ = LSB);

TL_n = el enésimo bit en la longitud de transmisión (TL1 = LSB); y

H^T = la transposición de la matriz de paridad, definida a continuación.

$$H^T = \begin{bmatrix} 0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1 \\ 0&0&1&1&1&1&1&1&0&0&0&0&1&1&1&1&1&1&1&1 \\ 1&1&0&0&0&1&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0&1&1&1&1 \\ 1&1&0&1&1&0&1&1&0&1&0&1&0&0&1&1&0&0&1&1 \\ 0&1&1&0&1&0&0&1&1&1&1&0&0&1&0&1&0&1&0&1 \end{bmatrix}^T$$

Nota.— Este código es capaz de corregir todos los errores aislados de bits y de detectar 75 de 300 errores de bits dobles posibles.

3.6.3.3.4 Datos de aplicación. Los datos de aplicación constarán de uno o más bloques de mensaje, según lo definido en 3.6.3.4. Se establecerá la correspondencia de los bloques de mensaje directamente con los datos de aplicación sin bitios adicionales de capas intercaladas.

3.6.3.3.5 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).

3.6.3.3.5.1 La primitiva p(x), del código R-S que define el campo será:

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$

3.6.3.3.5.2 El polinomio generador del código R-S, g(x), será:

$$g(x) = \prod_{i=120}^{125} (x - \alpha^i) = x^6 + \alpha^{176}x^5 + \alpha^{186}x^4 + \alpha^{244}x^3 + \alpha^{176}x^2 + \alpha^{156}x + \alpha^{225}$$

siendo α 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).

3.6.3.3.5.3 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 de 3.6.6. 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:

$$m(x) = a_{248}x^{248} + a_{247}x^{247} + ... + a_{248\text{-longitud}+1}\,x^{248\text{-longitud}+1} + a_{248\text{-longitud}}\,x^{248\text{-longitud}} + ... + a_1x + a_0$$

siendo:

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;
$a_{248\text{-longitud}+1}$ 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
$a_{248\text{-longitud}}$, ..., a_1, a_0 los bits de relleno virtual (de haberlos).

Tabla B-61. 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-62. 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

3.6.3.3.5.4 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):

$$b(x) = \sum_{i=0}^{5} b_i x^i + b_5x^5 + b_4x^4 + b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x + b_0 = [x^6m(x)] \bmod g(x)$$

3.6.3.3.5.5 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.

Nota 1.— Este código R-S es capaz de corregir hasta 3 errores de símbolos.

Nota 2.— 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.

3.6.3.3.6 Codificación secreta de bits

3.6.3.3.6.1 La salida de un codificador secreto de seudo-ruido 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.

Nota.— El receptor de aeronave no utiliza los bits de relleno y sus valores no repercuten en el sistema.

3.6.3.3.6.2 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.

3.6.3.4 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-61 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 de 3.6.6. 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.

Nota.— Todas las representaciones binarias leyendo de izquierda a derecha son de MSB a LSB.

3.6.3.4.1 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-62.

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
111 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 b1 a b6 de su representación en el alfabeto internacional núm. 5 (IA-5). Para cada carácter, el bit b1 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.

Nota.— 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-63).

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.

3.6.3.4.2 Verificación de redundancia cíclica (CRC). Se calculará la CRC del mensaje GBAS de conformidad con 3.9.

3.6.3.4.2.1 La longitud del código CRC será k = 32 bits.

3.6.3.4.2.2 El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x22 + x16 + x14 + x8 + x7 + x5 + x3 + x + 1$$

3.6.3.4.2.3 El campo de información CRC, M(x), será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{n} m_i x^{n-i} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \ldots + m_n x^0$$

3.6.3.4.2.4 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 m1 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.

3.6.3.4.2.5 La CRC se pondrá en tal orden que r_1 sea el primer bit transmitido y r_{32} sea el último bit transmitido.

Tabla B-63. Mensajes de radiodifusión de datos VHF de GBAS

Identificador de tipo de mensaje	Nombre del mensaje
0	Extra
1	Correcciones de seudodistancia
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 seudodistancia– seudodistancias con adaptación de 30 segundos
12 a 100	Extra
101	Correcciones de seudodistancia GRAS
102 a 255	Extra

Nota.— Véanse en 3.6.6 los formatos de mensaje.

3.6.4 CONTENIDO DE DATOS

3.6.4.1 Tipos de mensaje. Los tipos de mensajes que pueden ser transmitidos por el GBAS serán los indicados en la Tabla B-63.

3.6.4.2 MENSAJE DE TIPO 1 — CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA

3.6.4.2.1 El mensaje de tipo 1 proporciona los datos de corrección diferencial para las fuentes telemétricas GNSS particulares (Tabla B-70). 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.

Nota. 1. La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.
Nota 2.— Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a seudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

3.6.4.2.2 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.

3.6.4.2.3 Los parámetros de corrección de seudodistancia 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, esta 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.

Nota.— 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 numero 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

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): parámetro que caracteriza el efecto de los errores residuales de efemérides debidos a la descorrelacion para el primer bloque de mediciones en el mensaje.
Para un satélite geoestacionario SBAS, el parámetro de descorrelacion de efemérides, si se transmite, se codificara 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 descorrelacion de efemérides se codificara 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 calculara la CRC de efemérides para las fuentes telemétricas de constelaciones principales de satélites de conformidad con 3.9. 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:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{n} m_i x^{n-1} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \ldots + m_n x^0$$

Para un satélite GPS, M(x) tendrá una longitud de n = 576 bits. Se calculara 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 mascara de efemérides de satélite GPS obtenida de la Tabla B-64. 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 m1 corresponda al bit 68 de la subtrama 1, y m576 corresponda al bit 287
de la subtrama 3.

Nota.— 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 GLONASS, M(x) tendrá una longitud de n = 340 bits. Se calculara M(x) para un satélite GLONASS utilizando las cadenas 1, 2, 3 y 4 de la transmisión de datos desde ese satélite, y con la mascara de efemérides de satélite GLONASS obtenida de la Tabla B-65. Los bits se ordenaran según el orden de transmisión, de forma tal que m1 corresponda al bit 85 de la cadena 1 y m340 corresponda al bit 1 de la cadena 4.

Tabla B-64. 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

Tabla B-65. Máscara de efemérides del satélite GLONASS

Cadena 1:
0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000
Cadena 2:
0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000
Cadena 3:
0 0000 0111 1111 1111 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000
Cadena 4:
0 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

Para un satélite geoestacionario 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},....., r^{16}, r^{1}, r^{2}, r^{3},... r^{8}, donde r^{i} es el $i^{ésimo}$ coeficiente del resto, R (x), como se define en 3.9.

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.

3.6.4.2.4 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 seudodistancia y de cambio de distancia.
Codificación: para GPS, IOD = parámetro IODE GPS (3.1.1.3.2.2)
para GLONASS, IOD = parámetro "t_b" GLONASS (3.2.1.3.1)
para SBAS, IOD = 1111 1111

Nota.— Para GLONASS, debe insertarse 0 en el MSB de la IOD.
Corrección de seudodistancia (PRC): la corrección para la seudodistancia de la fuente telemétrica.
Corrección de cambio de distancia (RRC): el régimen de cambio de la corrección de seudodistancia.

σ_{pr_gnd}: la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de la señal en el espacio del error de seudodistancia en el punto de referencia GBAS (3.6.5.5.1, 3.6.5.5.2 y 3.6.7.2.2.4).

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

B1 a B4: los parámetros de integridad asociados a las correcciones de seudodistancia proporcionadas en el mismo bloque de medición. Para la i-ésima fuente telemétrica estos parámetros corresponden a $B_{i,1}$ a $B_{i,4}$ (3.6.5.5.1.2, 3.6.5.5.2.2 y 3.6.7.2.2.4). 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 seudodistancia.

Nota 1. — Un receptor de referencia físico es un receptor con una antena en un emplazamiento fijo.

Nota. 2.— Algunas integraciones inerciales de a bordo pueden esperar una correspondencia bastante estática de los receptores de referencia respecto de los índices. Véase RTCA/DO-253D, Apéndice L.

3.6.4.3 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:

Nota.— 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 (3.6.7.1.1).

Codificación: 0 = designación de exactitud A
1 = designación de exactitud B
2 = designación de exactitud C
3 = extra

Designador de continuidad/integridad GBAS (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

Nota 1.— Se especifican los valores 2, 3 y 4 de GCID para asegurar la compatibilidad del equipo con los GBAS del futuro

Nota 2.— 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.
Nota.— La declinación magnética local se selecciona en consonancia con el diseño del procedimiento y se actualiza durante los años de época magnética.

$\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$: la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre ionosférica residual debida a la descorrelación espacial (3.6.5.4).
Índice de refractividad (N_r): el índice nominal de refractividad troposférica utilizado para calibrar la corrección troposférica asociada al subsistema de tierra GBAS (3.6.5.3).

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 (3.6.5.3).

Incertidumbre de refractividad (σ_n): la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre troposférica residual (3.6.5.3).

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.
3.6.4.3.1 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.
Nota .— 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 (Dmáx): distancia máxima (distancia oblicua) desde el punto de referencia GBAS dentro de la cual el elemento de la aeronave aplica las correcciones de seudodistancia.

Nota.— 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 ($K_{md\_e\_POS,GPS}$): 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, Tipos A, B o C de servicio de aproximación GBA ($K_{md\_e\_GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para los tipos A, B y C de servicio de aproximación 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.

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GLONASS, Servicio de determinación de la posición GBAS ($K_{md\_e\_POS,GLONASS}$): 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 GLONASS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS o que no ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, este parámetro se codificará como todos ceros.

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GLONASS, Tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS ($K_{md\_e\_GLONASS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para aproximaciones de precisión de los tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GLONASS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS, este parámetro se codificará como todos ceros.

3.6.4.3.2 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.

3.6.4.3.2.1 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-65A):

NÚMERO DE CANAL: el número de canal, definido en 3.6.5.7, asociado a la estación de radiodifusión GBAS.

Nota.— El número de canal en este campo se refiere a una frecuencia y a un RSDS.

ΔLATITUD: 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.

ΔLONGITUD: 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.

Tabla B-65A. Datos de las estaciones de radiodifusión GRAS

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Número de canal	16	20001 a 39999	1
ΔLatitud	8	±25,4°	0,2°
ΔLongitud	8	±25,4°	0,2°

3.6.4.3.2.2 Parámetros GAST D

En los parámetros para el bloque de datos adicional 3 se incluirán los parámetros (Tabla B-65B) que se utilizarán cuando el tipo de servicio activo sea GAST D según lo que se indica a continuación:

Kmd_e_D,GLONASS ($K_{md\_e\_D,GLONASS}$): 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 GLONASS. Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS, este parámetro se codificará como todos ceros.
Nota.— Este parámetro, Kmd_e_D,GLONASS, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides Kmd_e_GLONASS proporcionado en el bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.
Kmd_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.

Nota.— Este parámetro, Kmd_e_D,GPS, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides Kmd_e_GPS proporcionado en el bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.

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.

Nota.— 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. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.

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-65B. 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 x 10^{-6} m/m	0,1 x 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

Tabla B-65A. Datos de las estaciones de radiodifusión GRAS

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Número de canal	16	20001 a 39999	1
ΔLatitud	8	±25,4°	0,2°
ΔLongitud	8	±25,4°	0,2°

3.6.4.3.2.3 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-65C).

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-65C. Parámetros de autenticación de la VDB

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Definición del grupo de intervalos	8	—	—

3.6.4.4 MENSAJE DE TIPO 3 — MENSAJE NULO

3.6.4.4.1 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 la sección 3.6.7.4).

3.6.4.4.2 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.

3.6.4.5 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-72). 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 aproximación y definir su trayectoria de aproximación asociada.

Codificación: Véase 3.6.4.5.1 y Tabla B-66.

Estado de aproximación FASVAL: el valor del parámetro FASVAL utilizado en 3.6.5.6.

Codificación: 1111 1111 = No utilizar desviaciones verticales.

Nota.— 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 3.6.5.6.
Codificación: 1111 1111 = No utilizar aproximación,
Nota.— En los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II, se especifican las convenciones que deben emplear los diseñadores de procedimientos al aplicar las definiciones y codificaciones de bloque de datos FAS para codificar procedimientos que figuran a continuación.

Tabla B-66. 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	±90,0°	0,0005 segarc
Longitud 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 DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Longitud de DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Aproximación TCH (Nota)	15	0 a 1 638,35 m o 0 a 3 276,7 ft	0,5 m o 0,1 ft
Selector de unidades TCH de aproximación	1	—	—
GPA	16	0 a 90,0°	0,01°
Anchura de curso	8	80 a 143,75 m	0,25 m
Desplazamiento de Dlongitud	8	0 a 2 032 m	8 m
CRC de tramo de aproximación final	32	—	—

Nota.— Puede proporcionarse información en pies o en metros, según lo indicado por el selector de la unidad TCH de aproximación

3.6.4.5.1 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 a la elipsoide en el LTP/FTP). La vertical local para la aproximación es normal al elipsoide WGS84 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

Nota. — 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-27.

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.

Nota.— No se utiliza este parámetro para aproximaciones realizadas mediante correcciones de seudodistancia GBAS o GRAS.

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, bi se transmite en primer lugar, y se adjuntan 2 bits cero después de b6 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
Nota.— 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

Nota.— 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 b1 a b5 de su representación en IA-5. El bit b1 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).

Nota.— 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 b1 a b6 de su representación en IA-5. Para cada carácter, b1 se transmite en primer lugar, y se adjuntan 2 bits cero después de b6 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.

Nota.— 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 de la 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 de la elipsoide terrestre.

Nota.— 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 ΔFPAP: 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 ΔFPAP: 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 a la 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 longitudΔ: 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 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 3.9. 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:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{272} m_i\, x^{272-i} = m_1 x^{271} + m_2 x^{270} + \ldots + m_{272} x^{0}$$

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.

3.6.4.6 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 (3.6.4.2)

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 (3.6.4.2).

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 (3.6.4.5.1).

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.

3.6.4.7 MENSAJE DE TIPO 6

Nota.— 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.

3.6.4.8 MENSAJE DE TIPO 7

Nota.— Se reserva el mensaje de tipo 7 para aplicaciones nacionales.

3.6.4.9 MENSAJE DE TIPO 8

Nota.— Se reserva el mensaje de tipo 8 para aplicaciones de prueba locales y regionales.

3.6.4.10 MENSAJE DE TIPO 101 – CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA GRAS

3.6.4.10.1 El mensaje de tipo 101 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-70A). 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.

Nota.— Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a seudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

3.6.4.10.2 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.

3.6.4.10.3 Los parámetros de corrección de seudodistancia serán los siguientes:
Cuenta Z modificada: definido en 3.6.4.2.3.

Bandera de mensaje adicional: definido en 3.6.4.2.3 salvo que sea aplicable a los mensajes de tipo 101.

Número de mediciones: definido en 3.6.4.2.3.

Tipo de medición: definido en 3.6.4.2.3.

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): definido en 3.6.4.2.3.

CRC de efemérides: definido en 3.6.4.2.3.

Duración de disponibilidad de la fuente: definido en 3.6.4.2.3.

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

3.6.4.10.4 Los parámetros de bloque de medición serán los siguientes:

ID de fuente telemétrica: definido en 3.6.4.2.4.

Expedición de datos (IOD): definido en 3.6.4.2.4.

Corrección de seudodistancia (PRC): definido en 3.6.4.2.4.

Corrección de cambio de distancia (RRC): definido en 3.6.4.2.4.

σ_{pr_gnd}: definido en 3.6.4.2.4, a excepción de la gama de valores y su resolución.

B1 a B4: definido en 3.6.4.2.4.

Nota.— La inclusión de los parámetros B en el bloque de medición es facultativa para los mensajes de tipo 101.

3.6.4.11 MENSAJE DE TIPO 11 — CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA – SEUDODISTANCIAS CON ADAPTACIÓN DE 30 SEGUNDOS

3.6.4.11.1 El mensaje de tipo 11 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-70B) con adaptación de código-portadora 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.

Nota. — La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.

3.6.4.11.2 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.

Nota. — 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.

3.6.4.11.3 Los parámetros de corrección de seudodistancia para el mensaje de tipo 11 serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: conforme a lo definido en 3.6.4.2.3.

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 3.6.4.2.3.

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.

Nota. — Este parámetro, P_D, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides P del mensaje de tipo 1. En Adjunto D, 7.5.6.1.3 y 7.5.6.1.4, se proporciona información adicional sobre la diferencia entre estos parámetros.

Para un satélite geoestacionario SBAS, el parámetro de descorrelación de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.
3.6.4.11.4 Los parámetros del bloque de medición son:
ID de fuente telemétrica: conforme a lo definido en 3.6.4.2.3.
Corrección de seudodistancia (PRC_{30}): la corrección para la seudodistancia 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 seudodistancia 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 seudodistancia en la corrección adaptada de 100 segundos en el mensaje de tipo 1 en el punto de referencia GBAS (3.6.5.5.1 y 3.6.7.2.2.4).

Nota. — 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 debería 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 seudodistancia corregida adaptada con una constante de tiempo de 30 segundos en el punto de referencia GBAS.

Nota. — 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 3.6.5.5.1 y 3.6.7.2.2.4.

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

3.6.5 DEFINICIONES DE PROTOCOLOS PARA APLICACIÓN DE DATOS

Nota.— 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.

3.6.5.1 Seudodistancia medida y adaptada a portadora. La corrección de radiodifusión es aplicable a las mediciones de seudodistancia 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:

$$P_{CSCn} = \alpha P + (1 - \alpha)\left(P_{CSC_{n-1}} + \frac{\lambda}{2\pi}(\phi_n - \phi_{n-1})\right)$$

siendo:

P_{CSCn} = seudodistancia adaptada;

P_{CSCn-1} = seudodistancia de adaptación previa;

P = medición de seudodistancia en bruto obteniéndose estas mediciones de seudodistancia 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;

λ= longitud de onda L1;

ϕ_n = fase de portadora;

ϕ_{n-1} = fase anterior de portadora; y

α = función de ponderación de filtro igual al intervalo de muestreo dividido entre la constante de tiempo con adaptación. Para la corrección de seudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 1 y en el mensaje de tipo 101, la constante de tiempo con adaptación es de 100 segundos, salvo lo especificado en 3.6.8.3.5.1 para el equipode a bordo. Para la corrección de seudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 11, la constante de tiempo con adaptación es de 30 segundos.

3.6.5.2 Seudodistancia corregida. La seudodistancia corregida para determinado satélite a la hora t es:

$$PR_{corregida} = P_{CSC} + PRC + RRC \times (t - \text{cuenta tz}) + TC + c \times (\Delta t_{sv})L1$$

siendo:

P_{CSC} = seudodistancia adaptada (definida en 3.6.5.1);

PRC = corrección de seudodistancia del mensaje apropiado
a) para seudodistancias con adaptación de 100 segundos, la PRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 definido en 3.6.4.2,
b) para seudodistancias con adaptación de 30 segundos, la PRC es la PRC30 tomada del mensaje de tipo 11 definido en 3.6.4.11;

RRC = cambio de corrección de seudodistancia del mensaje apropiado ;
a) para seudodistancias con adaptación de 100 segundos, el RRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 definidao en 3.6.4.2,
b) para seudodistancias con adaptación de 30 segundos, el RRC es el RRC30 tomado del mensaje de tipo 11 definido en 3.6.4.11;

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 3.6.5.3); y

c y $(\Delta t_{sv})_{L1}$ definidos en 3.1.2.2 para satélites GPS.

3.6.5.3 RETARDO TROPOSFÉRICO

3.6.5.3.1 La corrección troposférica para determinado satélite es:

$$TC = N_r h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + \text{sen}^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h / h_0})$$

siendo:
N_r = índice de refractividad del mensaje de tipo 2 (3.6.4.3);

Δh = altura de la aeronave por encima del punto de referencia GBAS;

El_i = ángulo de elevación del i-ésimo satélite; y

h_0 = altura de escala troposférica del mensaje de tipo 2.

3.6.5.3.2 La incertidumbre troposférica residual es:

$$\sigma_{tropo} = \sigma_n h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + \text{sen}^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h / h_0})$$

siendo σ_n = la incertidumbre de refractividad del mensaje de tipo 2 (3.6.4.3).

3.6.5.4 Incertidumbre ionosférica residual. La incertidumbre ionosférica residual para determinados satélites es:

$$\sigma_{iono} = F_{pp} \text{ x } \sigma_{vig} \text{ x } (X_{air} + 2 \text{ x } \tau \text{ x } V_{air})$$

siendo:

F_{pp} = factor de oblicuidad de vertical a inclinado de un determinado satélite (3.5.5.5.2);

σ_{vig} = depende del GAST activo.
Para GAST A, B o C, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert\_iono\_gradiente}$ (según se define en 3.6.4.3);
Para GAST D, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert\_iono\_gradiente\_D}$ (según se define en 3.6.4.3.2.2);

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, τ= 100 segundos (constante de tiempo utilizada en 3.6.5.1); y
Para GAST D, el valor de τ depende de si σiono se aplica en la ponderación de medición o en la limitación de la integridad. τ = 100 segundos cuando σ_{iono} se usa para limitación de la integridad (según 3.6.5.5.1.1.1) y τ = 30 segundos cuando σ_{iono} se usa para ponderación de la medición (según 3.6.5.5.1.1.2).

v_{air} = velocidad de aproximación horizontal de la aeronave (metros por segundo).

3.6.5.5 NIVELES DE PROTECCIÓN

3.6.5.5.1 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:

$$VPL = MAX\{VPL_{HO}, VPL_{H1}\}$$
$$LPL = MAX\{LPL_{HO}, LPL_{H1}\}$$

3.6.5.5.1.1 Condiciones de medición normales

3.6.5.5.1.1.1 El nivel de protección vertical (VPL_{HO}) y el nivel de protección lateral (LPLHO), 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:

$$VPL_{HO} = K_{ffmd}\ \sigma_{vert} + D_V$$

$$LPL_{H0} = K_{ffmd}\ \sigma_{lat} + D_L$$

siendo:

$$\sigma_{vert} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} S\_vert_i^2 x \sigma_i^2}$$

$$\sigma_{lat} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} S\_lat_i^2 x \sigma_i^2}$$

$\sigma^2 i = \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{iono,i}$;

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 3.6.4.2);

Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_D}$ para la $i^{-ésima}$ fuente telemétrica (3.6.4.11);

$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{pr\_air,i}$ y $\sigma^2_{iono,i}$ son las que se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

K_{ffmd} = 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 seudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;

$s_{v,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;

GPA = ángulo de trayectoria de planeo para la trayectoria de aproximación final (3.6.4.5.1);

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: $D_V = 0$

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, B o C: $D_L = 0$

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.

Nota 1.— Las soluciones de posición de 30 y 100 s, DV y DL, están definidas en RTCA MOPS DO-253D.

Nota 2.— 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.

3.6.5.5.1.1.2 Para una solución general de posición mínima cuadrática, la matriz de proyección S se define como:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \cdots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \cdots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \cdots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \cdots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

siendo:

$G_i = [-\cos El_i \cos Az_i \; -\cos El_i \sin Az_i \; -\sin El_i \; 1]$ = $i^{\text{-ésima}}$ hilera de G; y

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_{w,1}^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{w,2}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{w,N}^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

siendo $\sigma^2_{w,i} = \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{iono,i}$;

siendo:

$\sigma_{pr\_gnd,i}$ = 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 3.6.4.2);

Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_30}$ para la $i^{-ésima}$ fuente telemétrica (3.6.4.11);

$\sigma_{tropo,i}$ = la incertidumbre troposférica residual para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.5.3);

$\sigma_{iono,i}$ = la incertidumbre de retardo ionosférico residual (debido a descorrelación espacial) para la $i^{-ésima}$ fuente telemétrica (3.6.5.4); y

3.6.5.5.1.2 Condiciones de medición con falla. Cuando se radiodifunde el mensaje de tipo 101

$\sigma_{pr\_air,i}$ = $\sqrt{\sigma^2_{receptor}(El_i) + \sigma^2_{multitrayecto}(El_i)}$, desviación normal de la contribución de la aeronave al error de seudodistancia corregido para la i-ésima fuente telemétrica. La contribución total de aeronave comprende la contribución del receptor (3.6.8.2.1) y un margen normalizado para multitrayecto de la célula;

siendo:

$\sigma_{multitrayecto,i}(El_i)$ = $0{,}13 + 0{,}53e^{-El_i/10\,grd}$, el modelo normalizado para la contribución de multitrayectos para la célula (en metros);

El_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).

Nota.— Para facilitar la lectura, se omitió el subíndice i *de la ecuación de la matriz de proyección.*

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:

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j] + D_V$$
$$LPL_{H1} = \max [LPL_j] + D_L$$

siendo VPL_j y LPL_j para j = 1 a 4 los siguientes:

VPL_j = $|B\_vert_j| + K_{md,\,\sigma vert,H1}$ y

LPL_j = $|B\_lat_j| + K_{md,\,\sigma lat,H1}$

D_V = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)

D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)

y

$$B\_vert_j = \sum_{i=1}^{N} (s\_vert_j \; X \; B_{i,j})$$

$$B_{lat_j} = \sum_{i=1}^{N} (s\_lat_j \; X \; B_{i,j});$$

$B_{i,j}$ = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de seudodistancia 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;

$$\sigma^2_{vert,H1} = \sum_{i=1}^{N} (s\_vert_i^2 \; X \; \sigma\_H1_i^2);$$

$$\sigma^2_{lat,H1} = \sum_{i=1}^{N} (s\_lat_i^2 \; X \; \sigma\_H1_i^2);$$

$$\sigma\_H1_i^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) + \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{iono,i};$$

$\sigma_{pr\_gnd,i}$ depende del GAST activo.
Para GAST A, B o C: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd}$ para la i-ésima fuente telemétrica (según se define en 3.6.4.2);
Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_D}$ para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.4.11);
$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{pr\_air,i}$ y $\sigma^2_{iono,i}$ como se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de seudodistancia 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 seudodistancia de la i-ésima fuente telemétrica, excluido el j-ésimo receptor de referencia.

Nota.— 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.

3.6.5.5.1.3 Definición de multiplicadores K para servicios de aproximación GBAS. Los multiplicadores se presentan en la Tabla B-67.

Multiplicadores K para servicios de aproximación GBAS

Multiplicador	M_i			
	1 (Nota)	2	3	4
K_{ffmd}	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.

3.6.5.5.2 Servicio de determinación de la posición GBAS. 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:

$$HPL = MAX\{HPL_{H0}, HPL_{H1}, HEB\}$$

3.6.5.5.2.1 Condiciones de medición normales. El nivel de protección horizontal (HPLH0), 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:

$$HPL_{H0} = K_{ffmd,\ POS}\ d_{mayor}$$

siendo:

$$d_{mayor} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$$

$s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite

$s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de seudodistancia 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

si = el término error de seudodistancia según se define en 3.6.5.5.1.1

Nota.— 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.

3.6.5.5.2.2 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:

$$HPL_j = \left| B_{horz_j} + K_{md_{POS}} d_{mayor,H1} \right|$$

$$B_{horz_j} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{N} S_{x,i} B_{i,j} \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{N} S_{y,i} B_{i,j} \right)^2}$$

$B_{i,j}$ = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de seudodistancia de radiodifusión y las correcciones obtenidas excluyendo la j-ésima medición del receptor de referencia respecto a la i-ésima fuente telemétrica.

K_{md_POS} = multiplicador obtenido a partir de la probabilidad de una detección frustrada, a condición de que el subsistema de tierra esté en falla.

$$d_{mayor,H1} = \sqrt{\frac{d\_H1_x^2 + d\_H1_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d\_H1_x^2 - d\_H1_y^2}{2}\right)^2 + d\_H1_{xy}^2}}$$

$$d\_H1_x^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i}^2 \sigma\_H1_i^2$$

$$d\_H1_y^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{y,i}^2 \sigma\_H1_i^2$$

$$d\_H1_{xy} = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i} s_{y,i} \sigma\_H1_i^2$$

Nota.— 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.

$$\sigma\_H1_i^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{pr\_gnd,i}^2 + \sigma_{pr\_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de seudodistancia de la i-ésima fuente telemétrica (indicados por los valores B).

U_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de seudodistancia de la i-ésima fuente telemétrica, excluido el j-ésimo receptor de referencia.

Nota.— 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.

3.6.5.5.2.3 Definición de multiplicadores K para el servicio de determinación de la posición GBAS. El multiplicador K_{ffmd_POS} es igual a 10,0 y el multiplicador K_{md_POS}, es igual a 5.3.

3.6.5.6 LÍMITES DE ALERTA

3.6.5.6.1 Límites de alerta para aproximación de precisión de Categoría I. Los límites de alerta se definen en las Tablas B-68 y B-69. 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.

3.6.5.6.2 Límites de alerta GAST A y B. Los límites de alerta son iguales a FASLAL tomados del mensaje de tipo 4 y FASVAL 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.

3.6.5.7 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:

$$\text{Número de canal} = 20\,000 + 40\,(F - 108{,}0) + 411(S)$$

siendo:

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 3.6.4.5.1)

RSDS = selector de datos de la estación de referencia para el subsistema de tierra GBAS (según lo definido en 3.6.4.3.1)

Tabla B-68. Límite lateral de alerta de IGAST 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)
D ≤ 873	FASLAL
873 < D ≤ 7 500	0,0044D (m) + FASLAL – 3,85
D > 7 500	FASLAL + 29,15

Tabla B-69. Límite vertical de alerta de IGAST C y D

Altura por encima del LTP/FTP de la Posición de la aeronave trasladada hacia la trayectoria de aproximación final (pies)	Límite lateral de alerta (metros)
H ≤ 200	FASVAL
200 < H ≤ 1 340	0,02925H (ft) + FASVAL – 5,85
H > 1 340	FASVAL + 33,35

Para números de canal transmitidos en el bloque de datos adicional 2 del mensaje de tipo 2 (según lo definido en 3.6.4.3.2.1), solamente se utiliza RSDS.

Nota — Cuando no se radiodifunde FAS para una aproximación con apoyo de GAST A o B, la aproximación GBAS está asociada a un número de canal en la gama de 40 000 a 99 999.

3.6.5.8 LÍMITE DE LA POSICIÓN DEL ERROR DE EFEMÉRIDES

Nota.— 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 seudólites 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).

3.6.5.8.1 Aproximación de precisión de Categoría I y APV. Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral se definen de la manera siguiente:

$$VEB = \underset{J}{MAX}\{VEB_j\} + D_V$$

$$LEB = MAX\ \{LEB_j\} + D_L$$

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:

$$VEB_j = |s\_vert_j| x_{air}\, P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_vert_i^2\ X\ \sigma_i^2}$$

$$LEB_j = |s\_lat_j| x_{air}\, P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_lat_i^2\ X\ \sigma_i^2}$$

siendo:

D_V = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)

D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)

$s\_vert_{i\ o\ j}$ se define en 3.6.5.5.1.1

$s\_lat_{i\ o\ j}$ se define en 3.6.5.5.1.1

x_{air} se define en 3.6.5.4

N número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición

σ_i se define en 3.6.5.5.1.1

P_{ej} parámetro de descorrelación de la efemérides de radiodifusión 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: P_{ej}=P del mensaje de tipo 1 o tipo 101 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (sección 3.6.4.2.3)
GAST D: $P_{ej}=P_D$ del mensaje de tipo 11 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (sección 3.6.4.11.3)

$K_{md\_e,j}$ 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: $K_{md\_e,j} = K_{md\_e,GPS}$ o $K_{md\_e,GLONASS}$ obtenido del bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2 (sección 3.6.4.3.1)
GAST D: $K_{md\_e,j} = K_{md\_e\_D,GPS}$ o $K_{md\_e\_D,GLONASS}$ vienen del bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2 (sección 3.6.4.3.2.2).

3.6.5.8.2 Servicio de determinación de la posición GBAS. El límite de la posición del error de efemérides horizontal se define de la manera siguiente:

$$HEB = \underset{j}{MAX}\ \{HEB_j\}$$

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:

$$HEB_j = |s_{horz,j}|x_{air}P_j + K_{md\_e\_POS}d_{mayor}$$

siendo:

$S_{horz,j}^2 = S_{xj}^2 + S_{yj}^2$

$s_{x,j}$ se define en 3.6.5.5.2.1

s_{yj} se define en 3.6.5.5.2.1

x_{air} se define en 3.6.5.4

P_j parámetro de descorrelación de la efemérides de radiodifusión para la j-ésima fuente telemétrica. La fuente de este parámetro no depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo. En todos los casos, P_j=P del mensaje de tipo 1 o del tipo 101 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (sección 3.6.4.2.3).

$K_{md\_e\_POS}$ 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 ($K_{md\_e\_POS,GPS}$ o $K_{md\_e\_POS,GLONASS}$) dmayor se define en 3.6.5.5.2.1.

3.6.5.9 Error de gradiente ionosférico

El máximo error de seudodistancia corregido 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:

$$E_{IG} = Y_{EIG} + M_{EIG} \times D_{EIG}$$

siendo:

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.

3.6.6 TABLAS DE MENSAJES

Cada mensaje GBAS se codificará de conformidad con el formato de mensaje correspondiente definido en las Tablas B-70 a B-73.

Nota.— La estructura de tipo de mensaje se define en 3.6.4.1.

Tabla B-70. Mensaje de correcciones de seudodistancia de tipo 1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 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	8	0 a 2 540 s	10 s
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 seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m/s	0,01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
spr_gnd	8	0 a 5,08 m	0,02 m
B1	8	±6,35 m	0,05 m
B2	8	±6,35 m	0,05 m
B3	8	±6,35 m	0,05 m
B4	8	±6,35 m	0,05 m

Tabla B-70A. Mensaje de correcciones de seudodistancia GRAS de tipo 101

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 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 $1{,}275 \times 10^{-3}$ m/m	5×10^{-6} m/m
CRC de efemérides	16	—	—
Duración de disponibilidad de la 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 seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m/s	0,01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
spr_gnd	8	0 a 5,08 m	0,02 m
Bloque de parámetro B (si se proporciona)			
B1	8	±25,4 m	0,2 m
B2	8	±25,4 m	0,2 m
B3	8	±25,4 m	0,2 m
B4	8	±25,4 m	0,2 m

Tabla B-70B. Mensaje de correcciones de seudodistancia de tipo 11 (seudodistancias 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 escorrelación de efemérides D (P_D) (Notas 1, 3) Para N bloques de medición:	8	0 – $1{,}275 \times 10^{-3}$ m/m	5×10^{-6} m/m
ID de fuente telemétrica	8	1 – 255	1
Corrección de seudodistancia (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 ($\sigma_{pr\ gnd\ D}$) (Nota 2)	8	0 – 5,08 m	0,02 m
Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr\_gnd\_30}$) (Nota 2)	8	0 – 5,08 m	0,02 m

Notas:

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-71A. 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	$\pm 180^0$	0,25°
Reservado y puesto a cero (00000)	5	—	—
$\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$	8	0 a 25,5 × 10^{-6} m/m	0,1 × 10^{-6} 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 Bloque de datos adicional 1 (si se proporciona)	24	±83 886,07 m	0,01 m
Selector de datos de estación de referencia	8	0 a 48	1
Distancia de uso máxima ($D_{máx}$)	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
$K_{md\ e\ POS,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md\ e,GLONASS}$	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	—	—

Nota.— Pueden adjuntarse múltiples bloques de datos adicionales a un mensaje de tipo 2.

Tabla B-71B. Mensaje nulo de tipo 3

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Relleno	Variable (nota)	N/A	N/A

Nota.— 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 la sección 3.6.3.4.

Tabla B-72. 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-73. 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 1 199,9 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 1 270 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			
Número de fuentes afectadas para esta	8	0 a 48	—
aproximación (NA)	8	1 a 31	1
Para NA 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 1 270 s	10 s

3.6.7 ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE

3.6.7.1 ACTUACIÓN

3.6.7.1.1 Exactitud

3.6.7.1.1.1 La media cuadrática (RMS) (1 sigma) de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos para satélites GPS y GLONASS será:

$$RMS_{pr\_gnd} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n/\theta_0})^2}{M} + (a_2)^2}$$

siendo:

M = el número de receptores de referencia GNSS, según lo indicado en el parámetro de mensaje de tipo 2 (3.6.4.3), o, cuando este parámetro esté codificado para indicar "no aplicable", el valor de M se define como 1;

n = enésima fuente telemétrica;

θ_n = ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y

a_0, a_1, a_2, y θ_0 = parámetros definidos en las Tablas B-74 y B-75 para cada uno de los designadores definidos de exactitud en tierra (GAD).

Nota 1.— 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.

Nota 2.— En la contribución del subsistema de tierra al error de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos especificado en las Tablas B-74 y B-75 y en la contribución a los satélites SBAS no se incluyen el ruido de aeronave ni los multitrayectos de aeronave.

Tabla B-74. 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-75. 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

3.6.7.1.1.2 La RMS de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos para satélites SBAS será:

$$RMS_{pr\_gnd} \leq \frac{1,8}{\sqrt{M}} (\text{metros})$$

con M definido en 3.6.7.1.1.1.

Nota.— Están en preparación las clasificaciones GAD para fuentes telemétricas SBAS.

3.6.7.1.2 Integridad

3.6.7.1.2.1 Riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS.

3.6.7.1.2.1.1 Riesgo de integridad del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS

3.6.7.1.2.1.1.1 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 $1,5 \times 10^{-7}$ por aproximación.

Nota 1.— 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 (3.6.7.1.2.2.1) 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 3.6.7.3.3.

Nota 2.— 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.

3.6.7.1.2.1.1.2 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 $1{,}5 \times 10^{-7}$ por aproximación.

Nota 1.— 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 (3.6.7.1.2.2.1) y se han incluido los efectos de todas las otras fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites.

Nota 2.— 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.

3.6.7.1.2.1.1.3 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.

Nota 1.— 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.

Nota 2.— 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 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 y 3.6.7.3.4.

Nota 3.— 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 3.6.7.1.2.2.1.2 y el requisito de riesgo de integridad conexo que figura en 3.6.7.1.2.2.1 y 3.6.7.1.2.2.1.1. 3.6.7.1.2.1.2 Tiempo hasta alerta del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS 3.6.7.1.2.1.2.1 Tiempo hasta alerta máximo para servicios de aproximación

3.6.7.1.2.1.2.1.1 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 B, 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.2.1) cuando se radiodifundan mensajes de tipo 1.

Nota.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.

Nota 2.— Para los subsistemas de tierra FAST D, se aplican los requisitos adicionales para monitorizar el dominio de la distancia de 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 y 3.6.7.3.4. En estos párrafos, se definen los límites de tiempo para que el sistema de tierra detecte errores de seudodistancia fuera de los límites de tolerancia y dé la alerta al receptor de a bordo.
3.6.7.1.2.1.2.1.2 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.
3.6.7.1.2.1.3 FASLAL y FASVAL del subsistena de tierra
3.6.7.1.2.1.3.1 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 ampo 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.

3.6.7.1.2.1.3.2 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 RAD 10, Volumen I, 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 $9{,}9 \times 10^{-8}$ por hora.

Nota 1.— 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 (3.6.7.1.2.2.2) 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 monitorización de las señales de satélite requerido en 3.6.7.3.3.

Nota 2.— 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.

3.6.7.1.2.1.4.1 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.

Nota.— 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.

3.6.7.1.2.2 Riesgo de integridad del nivel de protección

3.6.7.1.2.2.1 Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicios de aproximación GBAS, el riesgo de integridad del nivel de protección será inferior a 5 H 10^{-8} por aproximación.

Nota.— 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 3.6.5.5.1.1 con D_V y D_L puestos a cero ; y
b) condiciones de medición con falla definidas en 3.6.5.5.1.2 con D_V y D_L puestos a cero.

Nota.— 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 s esté limitada.
3.6.7.1.2.2.1.1 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 3.6.5.5.1.1.1) 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:

$$\int_{y}^{\infty} f_n(x)dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x)dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0$$

siendo:

$f_n(x)$ = función de densidad de probabilidad del error vertical o lateral diferencial excluyendo la contribución de a bordo, y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}dt$$

$\sigma_{vert,H1}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{H1}) y $\sigma_{lat,H1}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección LPL_{H1}) para GAST D formados basándose en los parámetros de radiodifusión (definidos en 3.6.5.5.1.2) 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.

Nota 1.— La contribución de a bordo se trata en 3.6.8.3.2.1 en combinación con el uso del modelo estándar de trayectos múltiples de a bordo definido en 3.6.5.5.1.1.2.

Nota 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.

3.6.7.1.2.2.1.2 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.

Nota.— 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.

3.6.7.1.2.2.2 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.

Nota.— 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 3.6.5.5.2.1; y

b) condiciones de medición con falla definidas en 3.6.5.5.2.2.

3.6.7.1.3 Continuidad de servicio

3.6.7.1.3.1 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.

Nota.— 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.

3.6.7.1.3.2 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 x 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 x 10-7 en cualquier intervalo de 15 segundos.

Nota 1.— 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.

Nota 2.— 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.

3.6.7.1.3.3Continuidad del servicio de determinación de la posición

Nota.— 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.

3.6.7.2 REQUISITOS FUNCIONALES

3.6.7.2.1 Generalidades

3.6.7.2.1.1 Requisitos de radiodifusión de datos

3.6.7.2.1.1.1 Los subsistemas de tierra GBAS radiodifundirán los tipos de mensajes que se definen en la Tabla B-75A conforme a los tipos de servicio apoyados por el subsistema de tierra.

3.6.7.2.1.1.2 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.

3.6.7.2.1.1.3 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.

Nota.— 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.

3.6.7.2.1.1.4 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-76.
Nota.— Cuando la máscara normal de 5º 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.
3.6.7.2.1.1.5 Regímenes de radiodifusión de datos. Para todos los tipos de mensaje que se requiera radiodifundir, se proporcionarán en cada punto dentro del volumen de servicio mensajes que satisfagan los requisitos de intensidad de campo de la presente Reglamentación y los regímenes mínimos indicados en la Tabla B-76. 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-76.

3.6.7.2.1.2 Identificador de bloque de mensaje. El MBI se pondrá ya sea a normal o a prueba, de conformidad con la codificación indicada en 3.6.3.4.1.

Tabla B-75A. 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	Facultativo
MT 5	Facultativo	Facultativo	Facultativo	Requerido
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

Nota 1.— 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.

Nota 2.— Los subsistemas de tierra que apoyan tipos de servicio GAST A pueden radiodifundir mensajes de tipo 1 o 101, pero no ambos.

Nota 3.— Se requiere MT2-ADB1 si se ofrece servicio de determinación de la posición.

Nota 4.— Se requiere MT2-ADB2 si se ofrece servicio GRAS.

Nota 5.— 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 3.6.7.4.1.3.

Tabla B-76. Regímenes de radiodifusión de datos VHF del GBAS

Tipo de mensaje	Régimen mínimo de radiodifusión	Régimen máximo de radiodifusión
1 ó 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 3.6.7.4.1.2)
3	El régimen depende de la longitud del mensaje y la programación de otros mensajes (véase 3.6.7.4.1.3)	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 (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 3.6.4.2, 3.6.4.10.3 o 3.6.4.11.3.

3.6.7.2.1.3 Autenticación de la VDB

3.6.7.2.1.3.1 Todos los subsistemas de tierra clasificados como FAST D apoyarán la autenticación de la VDB (sección 3.6.7.4)

3.6.7.2.2 Correcciones de seudodistancia.

3.6.7.2.2.1 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.

3.6.7.2.2.2 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 3.6.4.2.1 para mensajes de tipo 1, 3.6.4.11.1 para mensajes de tipo 11 y 3.6.4.10.1 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 una fuente telemétrica de constelación principal de satélites, el subsistema de tierra utilizará los datos de la efemérides 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 conexa, a saber P y P_D, 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 (véase la nota). Si la CRC de efemérides se modifica y el IOS no se modifica, el subsistema de tierra considerará como inválida la fuente telemétrica.

3.6.7.2.2.2.1 El parámetro de descorrelación de efemérides y la CRC de efemérides para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites deberán radiodifundirse con la mayor frecuencia posible.

3.6.7.2.2.3 Corrección de seudodistancia de radiodifusión. Cada corrección de seudodistancia de radiodifusión estará determinada combinando la estimación de corrección de seudodistancia 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 seudodistancia de código para cada satélite utilizando la medición de portadora de un filtro de adaptación y los parámetros de adaptación específicos del tipo de servicio de aproximación de conformidad con el Apéndice B, 3.6.5.1.

3.6.7.2.2.4 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 seudodistancia en el mensaje de tipo 1 de forma que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2 para GAST A, B y C. Con cada corrección de seudodistancia se proporcionarán por lo menos dos valores B que no estén utilizando la codificación especial (según se define en la sección 3.6.4.2.4). El subsistema de tierra proporcionará σ_{pr_gnd} y, de ser necesario, los parámetros B para cada corrección de seudodistancia en el mensaje de tipo 101 de tal modo que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.2.4.1 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 seudodistancia 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 3.6.7.1.2.2.1.

3.6.7.2.2.4.2 Para los sistemas FAST D que radiodifunden el mensaje de tipo 11, si σpr_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.

3.6.7.2.2.5 Deberían monitorizarse las mediciones del receptor de referencia. No deberían utilizarse mediciones erróneas o receptores de referencia con falla para calcular las correcciones de seudodistancia.

3.6.7.2.2.6 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.
3.6.7.2.2.7 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 seudodistancia.

3.6.7.2.2.8 Aplicación de modelos de error de la señal. No se aplicarán correcciones ionosféricas y troposféricas a las seudodistancias utilizadas para calcular las correcciones de seudodistancia.

3.6.7.2.2.9 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 seudodistancia 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.

Nota.— 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 no incluidos en el mensaje de tipo 1 asociado.

3.6.7.2.2.10 Requisitos de cuenta Z modificada

3.6.7.2.2.10.1 Actualización de cuenta Z modificada. La cuenta Z modificada para mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 de un tipo determinado de medición adelantará cada trama.

3.6.7.2.2.10.2 Si se radiodifunde un mensaje de tipo 11, los mensajes de tipo 1 y de tipo 11 asociados tendrán la misma cuenta Z modificada.

3.6.7.2.2.11 Parámetros de descorrelación de efemérides

3.6.7.2.2.11.1 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 3.6.7.1.2.1.1.1.

3.6.7.2.2.11.2 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
3.6.7.1.2.1.1.3.

3.6.7.2.2.11.3 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 3.6.7.1.2.1.4.

3.6.7.2.3 Datos relacionados con el GBAS

3.6.7.2.3.1 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 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.2 Indicación GCID

3.6.7.2.3.2.1 Indicación GCID para FAST A, B o C. . Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.2.1 y 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.3.2 y 3.6.7.3.3.1 ,pero no todos los de 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1 y 3.6.7.1.3.2, se pondrá el GCID a 1, de lo contrario se pondrá a 7.

Nota.— 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 debería ponerse a 1, para indicar que el subsistema de tierra satisface solamente FAST A, B o C.

3.6.7.2.3.2.2 Indicación GCID para FAST D. Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.1.3.2, 3.6.7.3.2 y 3.6.7.3.3, se pondrá el GCID a 2; de lo contrario, se ajustará a lo prescrito en 3.6.7.2.3.2.1.

3.6.7.2.3.2.3 Los valores 3 y 4 del GCID están reservados para tipos de servicios futuros y no deben utilizarse.

3.6.7.2.3.3 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.

3.6.7.2.3.4 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.

3.6.7.2.3.5 Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica.

3.6.7.2.3.5.1 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 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.5.2 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 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.6 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.

3.6.7.2.3.7 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.

3.6.7.2.3.8 Para los subsistemas de tierra que radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, se aplicarán los requisitos siguientes:

3.6.7.2.3.8.1 Distancia de uso máxima. El subsistema de tierra proporcionará la distancia de uso máxima ($D_{máx}$). desde Cuando se proporcione el servicio de determinación de la posición, el riesgo de integridad del subsistema de tierra prescrito en 3.6.7.1.2.4 y el riesgo de integridad del nivel de protección que se prescribe en 3.6.7.1.2.2.2 se satisfarán dentro de la $D_{máx.}$ 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.

3.6.7.2.3.8.2 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 3.6.7.1.2.1.

3.6.7.2.3.8.3 Indicación del servicio de determinación de la posición GBAS. Si el sistema de tierra no satisface los requisitos de 3.6.7.1.2.1.2 y 3.6.7.1.2.2.2, el subsistema de tierra indicará, usando el parámetro RSDS, que no se ofrece el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.6.7.2.3.9 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.

3.6.7.2.3.9.1 Recomendación.— La radiodifusión de datos VHF debería 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.

Nota.— Esto facilita la transición desde una estación de radiodifusión GBAS a otras estaciones de radiodifusión GBAS en el subsistema de tierra GRAS.

.

3.6.7.2.4 Datos del tramo de aproximación final.

3.6.7.2.4.1 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.

3.6.7.2.4.2 Deberá asignarse la CRC de tramo de aproximación final en el momento de diseño del procedimiento y debería mantenerse como parte integral del bloque de datos FAS desde tal momento en adelante.

3.6.7.2.4.3 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.

3.6.7.2.4.4 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.

Nota.— 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.

3.6.7.2.4.5 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 Δlongitud se codificará para indicar correctamente el extremo de parada de la pista.

3.6.7.2.5 Datos previstos de disponibilidad de la fuente telemétrica

Nota.— 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.

3.6.7.2.6 Requisitos funcionales generales relativos a aumentación

3.6.7.2.6.3 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.

3.6.7.3 MONITORIZACIÓN

3.6.7.3.1 Monitorización de RF

3.6.7.3.1.1 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 de 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.

3.6.7.3.1.2 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 3.6.2.6 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.

3.6.7.3.1.3 Dispositivo monitor de potencia de transmisor VDB. La probabilidad de que la potencia transmitida de la señal horizontalmente o elípticamente polarizada aumente en más de 3 dB respecto a la potencia nominal por más de 1 segundo será inferior a $2{,}0 \times 10^{-7}$ en cualquier período de 30 segundos.

Nota.— El componente vertical se monitoriza solamente para equipo GBAS/E.

3.6.7.3.2 Monitorización de datos

3.6.7.3.2.1 Dispositivo monitor de calidad de radiodifusión. En la monitorización del subsistema de tierra se satisfarán los requisitos de tiempo hasta alerta indicados en 3.6.7.1.2.1. 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.

Nota.— 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.

3.6.7.3.3 Monitorización de la integridad para fuentes telemétricas GNSS

3.6.7.3.3.1 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 3.6.7.1.2. La acción del dispositivo monitor será la de poner σpr_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.

3.6.7.3.3.1.1 El subsistema de tierra utilizará el máximo más fuerte de correlación en todos los receptores empleados para generar las correcciones de seudodistancia. 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.

3.6.7.3.3.2 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 seudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (sección 3.6.5.2) 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-76 A.

Las fallas de la fuente telemétrica para las que se aplica este requisito son las siguientes:

a) deformación de la señal (Nota 1);

b) divergencia entre código y portadora;

c) aceleración de seudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y

d) radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

Nota 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 bien

b) marcando el satélite como inválido con la codificación de $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ (sección 3.6.4.11.4)

Nota 2.— La probabilidad aceptable de región de detección frustrada se define con respecto al error de seudodistancia corregido diferencialmente. El error de seudodistancia corregido 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 seudodistancia y correcciones de cambio de distancia definidas en la sección 3.6.4.11) por el equipo de aviónica de la aeronave según se especifica en 3.6.8.3. La evaluación de la actuación P_{md} incluye el ruido sin fallas del subsistema de tierra GBAS. El aumento de |Er| con el tiempo debería considerar la latencia de datos del subsistema de tierra pero no la latencia de a bordo, como se describe en la sección 7.5.12.3.

Tabla B-76 A. Parámetros P_{md_limit}

Probabilidad de detección frustrada	Error de seudodistancia (metros)
$P_{md\_limit} \leq 1$	$0 \leq \|Er\| < 0,75$
$P_{md\_limit} \leq 10^{(-2,56 \times \|Er\| + 1,92)}$	$0,75 \leq \|Er\| < 2,7$
$Pmd\_limit \leq 10^{-5}$	$2,7 \leq \|Er\| <$ □

3.6.7.3.3.3 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 seudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (sección 3.6.5.2) 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 1x10-9 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:

a) deformación de la señal (Nota 1);

b) divergencia entre código y portadora;

c) aceleración de seudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y

d) radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

3.6.7.3.4 Mitigación del gradiente ionosférico

Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de un error (|Er|) en la seudodistancia 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 x 10-9 en cada aterrizaje. El subsistema de tierra FAST D limitará los parámetros de radiodifusión de tipo 2 para garantizar que el EIG máximo en cada LTP en apoyo de operaciones GAST D no sobrepase 2,75 metros.

Nota 1.— 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

3.6.7.4. REQUISITOS FUNCIONALES PARA LOS PROTOCOLOS DE AUTENTICACIÓN

3.6.7.4.1 Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que admiten autenticación

3.6.7.4.1.1 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.

3.6.7.4.1.2 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.

Nota.— 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}.

3.6.7.4.1.2.1 El conjunto de intervalos asignados a una estación terrestre incluirá como mínimo todos los intervalos aprobados MT 2 según se describe en la sección 3.6.7.4.1.2.

3.6.7.4.1.3 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.

Nota .— 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.

3.6.7.4.1.4 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

3.6.7.4.2 Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que no admiten autenticación

3.6.7.4.2.1 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.

3.6.8 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.6.8.1 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 3.1.3.1, en 3.2.3.1 o en 3.5.8.1.

Nota.— 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. Las normas de actuación operacional mínima pertinentes figuran en RTCA DO-253D.

3.6.8.2 REQUISITOS DE ACTUACIÓN

3.6.8.2.1 Exactitud del receptor de aeronave GBAS

3.6.8.2.1.1 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error en función del ángulo de elevación del satélite será:

$$RMS_{pr\_air}(\theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-(\theta_n/\theta_0)}$$

siendo:

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-77 para el GPS y en la Tabla B-78 para el GLONASS.

3.6.8.2.1.2 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error para satélites SBAS se definirá en 3.5.8.2.1 respecto a cada uno de los designadores definidos de exactitud de aeronave.

Nota.— 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-77. Requisito de exactitud del receptor GPS de aeronave

Designador de exactitud de aeronave	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)
A	≤5	0,15	0,43	6,9
B	≤5	0,11	0,13	4

Tabla B-78. Requisito de exactitud del receptor GLONASS de aeronave

Designador de exactitud de aeronave	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)
A	≤5	0,39	0,9	5,7
B	≤5	0,105	0,25	5,5

3.6.8.2.2 Actuación del receptor de radiodifusión de datos VHF

3.6.8.2.2.1 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.

3.6.8.2.2.2 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.

Nota.— 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 debería también tenerse en cuenta el balance de error de estabilidad de frecuencia del receptor de radiodifusión de datos VHF de la aeronave.

3.6.8.2.2.3 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 este Apéndice B, 3.7.3.5.4.4 recibidos por la antena de a bordo, a condición de que 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.

Nota 1.— Las antenas receptoras de aeronave de la radiodifusión de datos VHF pueden estar polarizadas horizontalmente 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 dB es 4 dB más alta que la pérdida máxima en las antenas receptoras de polarización horizontal y a 11 dB en las antenas receptoras de polarización vertical.

Nota 2.— Es aceptable superar el requisito de variación de potencia de señal en partes limitadas del volumen de servicio cuando los requisitos operacionales lo permiten.

3.6.8.2.2.4 Decodificación de intervalo de tiempo para radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión VHF satisfará los requisitos indicados en 3.6.8.2.2.3 para todos los tipos de mensaje requeridos (sección 3.6.8.3.1.2.1) 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 3.6.8.2.2.5.1 b).

Nota.— Entre las otras transmisiones GBAS permitidas se incluyen: a) otros tipos de mensaje con la misma SSID, y b) mensajes con SSID distinta.

3.6.8.2.2.5 Rechazo de cocanal

3.6.8.2.2.5.1 Radiodifusión de datos VHF como fuente de señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 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 3.7.3.5.4.4.

3.6.8.2.2.5.2 VOR como señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 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 recepto+.

3.6.8.2.2.5.3 Localizador ILS como señal no deseada. El receptor de radiodifusión de datos VHF cumplirá los requisitos especificados en el párrafo 3.6.8.2.2.3 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.

3.6.8.2.2.6 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.

Nota.— 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.

3.6.8.2.2.6.1 Primer canal adyacente de 25 kHz (±25 kHz). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada con niveles de potencia a la entrada del receptor de hasta S_{max} que esté con un desplazamiento de 25 kHz a cualquiera de los lados del canal deseado que sea:

a) de 18 dB por encima de la potencia de la señal deseada ,en la entrada del recepto 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 en la entrada del recepto, 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.

3.6.8.2.2.6.2 Segundo canal adyacente de 25 kHz (±50 kHz). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 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 lados del canal deseado que sea:

a) de 43 dB por encima de la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor en 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 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.

3.6.8.2.2.6.3 Tercer y más allá canales adyacentes de 25 kHz (±75 kHz o más). El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de señales no deseadas transmitidas con un desplazamiento de 75 kHz o más a ambos lados del canal deseado que sean:

a) 46 dB por encima de la potencia de señal deseada en la entrada del recepto cuando la señal no deseada sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o

b) 46 dB por encima de la potencia de señal deseada en la entrada del recepto cuando la señal no deseada sea VOR.

3.6.8.2.2.6.4 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 3.6.8.2.2.3 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 + ΔP 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 + ΔP 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.

Nota 1.— 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.

Nota 2.— 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 3.6.8.2.2.8.3, donde N1 es la señal no deseada y N2 es el oscilador local.

3.6.8.2.2.6.5 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 3.6.8.2.2.3 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.

Nota 1.— 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 3.6.8.3.4.1)) 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 3.6.8.3.4.3). 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.

Nota 2.— La Figura B-20 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.

3.6.8.2.2.7 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.

3.6.8.2.2.8 Rechazo de señales procedentes de fuentes fuera de banda 108,000 – 117,975 MHz

3.6.8.2.2.8.1 Inmunidad a interferencia de radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una o más señales que tengan la frecuencia y los niveles de interferencia total especificados en la Tabla B-79.

3.6.8.2.2.8.2 Desensibilización. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de señales de radiodifusión FM VHF con los niveles de señal indicados en las Tablas B-80 y B-81.

Tabla B-79. Niveles máximos de señales no deseadas

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{máx}$)
50 kHz hasta 88 MHz	–12
88 MHz – 107,900 MHz	(véase 3.6.8.2.2.8.2 y 3.6.8.2.2.8.3)
108,000 MHz – 117,975 MHz	excluido
118,000 MHz	–43
118,025 MHz	–40
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	–12

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{máx}$)
50 kHz hasta 88 MHz	–12
88 MHz – 107,900 MHz	(véase 3.6.8.2.2.8.2)
108,000 MHz – 117,975 MHz	excluido
118,000 MHz	–43
118,025 MHz	–40
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	–12

Notas.—

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 extremos 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. $S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Tabla B-80. 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 $S_{máx}$)
88 MHz ≤ f ≤ 102 MHz	16
104 MHz	11
106 MHz	6
107,9 MHz	–9

Notas.—
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. $S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Tabla B-81. 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 $S_{máx}$)
88 MHz ≤ f ≤ 104 MHz	16
106 MHz	11
107 MHz	6
107,9 MHz	1

Notas.—
1. La relación entre puntos únicos adyacentes designados mediante las frecuencias mencionadas es lineal.

2. Smáx es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

3.6.8.2.2.8.3 Inmunidad frente a intermodulación FM de radiodifusión de datos VHF. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 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:

$$2N_1 + N_2 + 3[23\text{-}S_{máx.}] \leq 0$$

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

$$2N_1 + N_2 + 3\,[23\text{-}S_{máx.} - 20\ \text{Log}\ (\Delta f/0{,}4)] \leq 0$$

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 3.6.8.2.2.8.2.

Δf = 108,1 –f1, siendo f1 la frecuencia de N1, la señal de radiodifusión sonora FM VHF más cercana a 108,1 MHz.

$S_{máx.}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Nota.— 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.

3.6.8.3 REQUISITOS FUNCIONALES DE AERONAVE
3.6.8.3.1 Condiciones para utilización de datos
3.6.8.3.1.1 El receptor utilizará los datos de un mensaje GBAS solamente si se ha verificado la CRC para tal mensaje.
3.6.8.3.1.2 El receptor utilizará solamente los datos del mensaje si el identificador de bloque de mensaje se pone a la configuración de bits “1010 1010”.

3.6.8.3.1.2.1 Capacidad de procesamiento de mensajes GBAS. El receptor GBAS deberá, como mínimo, procesar tipos de mensajes GBAS de acuerdo con la Tabla B-82.

Tabla B-82. Procesamiento de tipos de mensaje en equipo de a bordo

Clasificación de equipo de a bordo GBAS (GAEC)	Tipos 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 GAEC D	MT 1, MT 2 (que incluye ADB 1, 2, 3 y 4), MT 4, MT 11

3.6.8.3.1.2.2 Procesamiento de a bordo para fines de compatibilidad ascendente

Nota.— 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 debería diseñarse en forma apropiada para que ignore todos los datos que no se reconocen.

3.6.8.3.1.2.2.1 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.

3.6.8.3.1.2.2.2 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.

3.6.8.3.1.2.2.3 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.
Nota.— Si bien los SARPS actuales incluyen sólo una definición de bloque de datos para su inclusión en un mensaje de tipo 4, las futuras normas GBAS pueden incluir otras definiciones de la trayectoria de referencia.

3.6.8.3.1.3 El receptor utilizará solamente bloques de medición de fuente telemétrica con cuentas Z modificadas coincidentes.
3.6.8.3.1.4 Si el subsistema de tierra radiodifunde la Dmáx el receptor sólo aplicará correcciones de seudodistancia cuando la distancia al punto de referencia GBAS sea menor que la $D_{máx}$.

3.6.8.3.1.5 El receptor solamente aplicará correcciones de seudodistancia del conjunto más recientemente recibido de correcciones para un determinado tipo de medición. Si el número de campos de medición en 101 los tipos de mensaje más recientemente recibidos (según se requiere en el Apéndice B, sección 3.6.7.2.1.1.1 para el tipo de servicio activo) indica que no hay bloques de medición, entonces el receptor no aplicará correcciones GBAS para tal tipo de medición.
3.6.8.3.1.6 Validez de las correcciones de seudodistancia

3.6.8.3.1.6.1 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 σ_{pr_gnd} en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 se ponga a la configuración de bits “1111 1111”.
3.6.8.3.1.6.2 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”.
3.6.8.3.1.7 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.

3.6.8.3.1.8 Condiciones del uso de datos para apoyar los servicios de aproximación.

3.6.8.3.1.8.1 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.
3.6.8.3.1.8.2 Indicaciones GCID
3.6.8.3.1.8.2.1 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.
3.6.8.3.1.8.2.2 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.

3.6.8.3.1.8.3 El receptor ignorará cualquier cambio que tenga lugar en el GCID durante las etapas finales de una aproximación.

3.6.8.3.1.8.4 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”.

3.6.8.3.1.8.5 El receptor no proporcionará guía de aproximación basada en un bloque articular 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”.

3.6.8.3.1.8.6 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.

3.6.8.3.1.8.7 El receptor utilizará solamente datos FAS si la CRC FAS ha sido verificada para tales datos.

3.6.8.3.1.8.8 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.

3.6.8.3.1.8.9 Uso de datos FAS

3.6.8.3.1.8.9.1 El receptor utilizará los mensajes de tipo 4 para determinar el FAS para aproximación de precisión.

3.6.8.3.1.8.9.2 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.

3.6.8.3.1.8.9.3 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.

3.6.8.3.1.8.10 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.

3.6.8.3.1.9 Condiciones del uso de datos para proporcionar el servicio de determinación de la posición GBAS

3.6.8.3.1.9.1 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 1 recibidos durante los últimos 7,5 segundos.

3.6.8.3.1.9.2 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 101 recibidos durante los últimos 5 segundos.

3.6.8.3.1.9.3 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.

3.6.8.3.1.9.4 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.

3.6.8.3.2 Integridad

3.6.8.3.2.1 Limitación de los errores de aeronave. Para cada satélite utilizado en la solución de navegación, el receptor calculará un $\sigma_{receptor}$ tal que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{receptor}$ limita la contribución del receptor al error de seudodistancia corregido de la forma siguiente:

$$\int_{y}^{\infty} f(x)\,dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f(x)\,dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0$$

siendo:

f(x) = función de densidad de probabilidad del error residual de seudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}\,dt.$$

3.6.8.3.2.2 Uso de parámetros de integridad GBAS. El elemento de aeronave calculará y aplicará los niveles de protección vertical, lateral y horizontal descritos en 3.6.5.5. Si un parámetro $B_{i,j}$ se pone a la configuración de bits “1000 0000” indicando que no se dispone de la medición, el elemento de aeronave supondrá que $B_{i,j}$ 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 son no mayores que los correspondientes límites de alerta vertical y lateral definidos en 3.6.5.6.

3.6.8.3.3 Uso de los datos de efemérides del satélite

3.6.8.3.3.1 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.

3.6.8.3.3.2 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.

3.6.8.3.3.3 Límites de la posición del error de efemérides

3.6.8.3.3.3.1 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 3.6.5.8.1 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 vertical y lateral calculados de la posición del error de efemérides (VEB_j y LEB_j) no son mayores que los límites de la alerta vertical y la lateral correspondientes que se definen en 3.6.5.6.

3.6.8.3.3.3.2 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 (HEBj) definido en 3.6.5.8.2 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.

3.6.8.3.4 Pérdida de mensajes
3.6.8.3.4.1 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 ni de tipo 101 durante los últimos 3,5 segundos.
3.6.8.3.4.2 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.

3.6.8.3.4.3 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.

3.6.8.3.4.4 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.

3.6.8.3.4.5 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.

3.6.8.3.5 Mediciones de seudodistancia a bordo.

3.6.8.3.5.1 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 3.6.5.1. 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.

3.6.8.3.5.2 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 3.6.5.1.

3.7 Resistencia a interferencia

3.7.1 OBJETIVOS DE ACTUACIÓN

Nota 1.— 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
BDS B1I	0.60 m
BDS B1C	0.20 m
BDS B2a	0.15 m
BDS B1C-B2a**	0.40 m

* El presupuesto de exactitud de error de seguimiento se especifica para mediciones suavizadas.

** Se refiere a las mediciones de seudodistancia libre de ionosfera en doble frecuencia.

Nota 2.— 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.

Nota 3.— Para los receptores SBAS la resistencia a la interferencia se mide respecto a los parámetros especificados en 3.5.8.2.1, 3.5.8.4.1 Y 3.5.15.3.2.

Nota 5.— 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.

Nota 6.— 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.

Nota 7.— 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).

3.7.2 INTERFERENCIA DE ONDA CONTINUA (CW)

3.7.2.1 RECEPTORES DE SEÑAL L1 DEL GPS Y DE SEÑAL L1 DEL SBAS

Nota.— 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 3.7.2.3.

3.7.2.1.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores de las señales L1 del GPS y L1 del 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-83 e indicados en la Figura B-15 y con un nivel de señal deseada de –164 dBW en el puerto de la antena.

3.7.2.1.2 Durante la adquisición inicial de las señales L1 del GPS y L1 del SBAS antes de la navegación en estado permanente, los receptores L1 del GPS y L1 del SBAS cumplirán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia de 6 dB menos que los especificados en la Tabla B-83.

Tabla B-83. 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 la navegación en estado permanente
fi ≤ 1 315 MHz	–4,5 dBW
1 315 MHz < fi ≤ 1 500 MHz	Decreciendo linealmente de –4,5 dBW a –38 dBW
1 500 MHz < fi ≤ 1 525 MHz	Decreciendo linealmente de –38 dBW a –42 dBW
1 525 MHz < fi ≤ 1 565,42 MHz	Decreciendo linealmente de –42 dBW a –150,5 dBW
1 565,42 MHz < fi ≤ 1 585,42 MHz	–150,5 dBW
1 585,42 MHz < fi ≤ 1 610 MHz	Aumentando linealmente de –150,5 dBW a –60 dBW
1 610 MHz < fi ≤ 1 618 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –42 dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 2 000 MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –8,5 dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 1 626,5 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –22 dBW**
1 626,5 MHz < fi ≤ 2 000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –8,5 dBW**
fi > 2 000 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.

3.7.2.2 RECEPTORES GLONASS

3.7.2.2.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores GLONASS (salvo los identificados en 3.7.2.2.1.1) 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-84 e indicados en la Figura B-16 y con un nivel de señal deseada de –166,5 dBW en el puerto de la antena.

3.7.2.2.1.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores GLONASS de señales FDMA en la banda L1 usados en todas las fases de vuelo (salvo aquellos utilizados para la fase de vuelo de aproximación de precisión) y puestos en funcionamiento antes del 1 de enero de 2017, satisfarán los objetivos de actuación con señales interferentes CW presentes con un nivel de potencia en el puerto de la antena 3 dB menor que los umbrales de interferencia especificados en la Tabla B-84 e indicados en la Figura B-16 y con un nivel de señal deseada de –166,5 dBW en el puerto de la antena.

Tabla B-84. Umbrales de interferencia CW para receptores GLONASS que utilizan señales FDMA en banda L1 en navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores la navegación en estado permanente
fi ≤ 1 315 MHz	–4,5 dBW
1 315 MHz < fi ≤ 1 562,15625 MHz	Decreciendo linealmente de –4,5 dBW a –42 dBW
1 562,15625 MHz < fi ≤ 1 583,65625 MHz	Decreciendo linealmente de –42 dBW a –80 dBW
1 583,65625 MHz < fi ≤ 1 592,9525 MHz	Decreciendo linealmente de –80 dBW a –149 dBW
1 592,9525 MHz < fi ≤ 1 609,36 MHz	–149 dBW
1 609,36 MHz < fi ≤ 1 613,65625 MHz	Aumentando linealmente de –149 dBW a –80 dBW
1 613,65625 MHz < fi ≤ 1 635,15625 MHz	Aumentando linealmente de –80 dBW a –42 dBW*
1 635,15625 MHz < fi ≤ 1 626,15625 MHz	Aumentando linealmente de –80 dBW a –22 dBW*
1 635,15625 MHz < fi ≤ 2000MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –8,5 dBW**
1 626,15625 < fi ≤ 2 000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –8,5 dBW**
fi > 2 000 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.

3.7.2.2.1.2 Después de establecerse la navegación de estado permanente los receptores GLONASS que emplean CDMA en las bandas L1 y L3 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 01 y en la Tabla 02, e indicados en la Figura 01 y en la Figura 02, con un nivel de señal deseada de –161,5 dBW en el puerto de la antena.

Tabla TAB-01. Umbrales de interferencia CW para receptores GLONASS que utilizan señales CDMA en banda L1 en navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores la navegación en estado permanente
fi ≤ 1 315 MHz	–4,5 dBW
1 315 MHz < fi ≤ 1 562,15625 MHz	Decreciendo linealmente de –4,5 dBW a –42 dBW
1 562,15625 MHz < fi ≤ 1 583,65625 MHz	Decreciendo linealmente de –42 dBW a –80 dBW
1 583,65625 MHz < fi ≤ 1 592,9525 MHz	Decreciendo linealmente de –80 dBW a –149 dBW
1 592,9525 MHz < fi ≤ 1 609,36 MHz	–149 dBW
1 609,36 MHz < fi ≤ 1 613,65625 MHz	Aumentando linealmente de –149 dBW a –80 dBW
1 613,65625 MHz < fi ≤ 1 635,15625 MHz	Aumentando linealmente de –80 dBW a –42 dBW*
1 613,65625 MHz < fi ≤ 1 626,15625 MHz	Aumentando linealmente de –80 dBW a –22 dBW*
1 635,15625 MHz < fi ≤ 2000MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –8,5 dBW**
1 626,15625 < fi ≤ 2 000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –8,5 dBW**
fi > 2 000 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.

Tabla TAB-02. Umbrales de interferencia CW para receptores GLONASS que utilizan señales CDMA en banda L3 en navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores la navegación en estado permanente
fi ≤ 908 MHz	–4,5 dBW
908 MHz < fi ≤ 1 155,775 MHz	Decreciendo linealmente de –4,5 dBW a –42 dBW
1 155,775 MHz < fi ≤ 1 178,775 MHz	Decreciendo linealmente de –42 dBW a –73 dBW
1 178,775 MHz < fi ≤ 1 191,775 MHz	Decreciendo linealmente de –73 dBW a –143 dBW
1 191,775 MHz < fi ≤ 1 212,275 MHz	–143 dBW
1 212,275 MHz < fi ≤ 1 224,875 MHz	Aumentando linealmente de –143 dBW a –73 dBW
1 224,875 MHz < fi ≤ 1 244,375 MHz	Aumentando linealmente de –73dBW a –42 dBW*
1 244,375 MHz < fi ≤ 1 492,125 MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –4,5dBW*
fi > 1 492,125 MHz	–4,5 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.

3.7.2.2.2 Durante la adquisición inicial de las señales del GLONASS que utilizan señales FDMA en banda L1 antes de la navegación permanente, los receptores GLONASS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la Tabla B-84.

3.7.2.2.2.1 Durante la adquisición inicial de las señales CDMA de GLONASS en las bandas L1 y L3 antes de la navegación en estado permanente, los receptores GLONASS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la Tabla 01 y en la Tabla 02.

3.7.2.3 Receptores de señales GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A y SBAS DFMC

3.7.2.3.1 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 03 y representado en la Figura 03, 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.

3.7.2.3.2 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 03 e indicados en la Figura 03, y con un nivel deseable de señal L1del GPS y L1 del SBAS de –163 dBW y con un nivel deseable de señal E1de 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 TAB-03.

Nota.— Los umbrales de interferencia CW para el receptor SBAS DMFC determinan los niveles de potencia de interferencia aplicable a la gama de frecuencias definidas en la Tabla 03.

Tabla TAB-03. 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 la navegación en estado permanente
fi ≤ 1000MHz	–21 dBW
1000 MHz < fi ≤ ≤ 1 100,45 MHz	Decreciendo linealmente de –21 dBW a –44 dBW
≤ 1 100,45 MHz < fi ≤ 1 148,45 MHz	Decreciendo linealmente de –44 dBW a –54 dBW
1 148,45 MHz < fi ≤ 1 166,45 MHz	Decreciendo linealmente de –54dBW a –145 dBW
1 166,45 MHz < fi ≤ 1 186,45 MHz	–145 dBW
1 186,45 MHz < fi ≤ 1 205,45 MHz	Aumentando linealmente de –145dBW a –54 dBW
1 205,45 MHz < fi ≤ 1 252,45 MHz	Aumentando linealmente de –54dBW a –43dBW*
1 252,45 MHz < fi ≤ 1 315 MHz	Aumentando linealmente de –43 dBW a –39dBW*
1 315 MHz < fi ≤ 1 525 MHz	Aumentando linealmente de –39 dBW a –31,5 dBW*
1 525 MHz < fi ≤ 1 531 MHz	Aumentando linealmente de –31,5dBW a –34dBW*
1531 MHz < fi ≤ 1536 MHz	Aumentando linealmente de –34 dBW a –65dBW*
1536 MHz < fi ≤ 1 565,42 MHz	Aumentando linealmente de –65 dBW a –150,5dBW*
1 565,42 MHz < fi ≤ 1 585,42 MHz	–150,5dBW
1 585,42 MHz < fi ≤ 1 610 MHz	Aumentando linealmente de –150,5dBW a –60dBW*
1 610 MHz < fi ≤ 1 618 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –42 dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –12dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 1 626,5 MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –22dBW*
1 626,5 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –12dBW*
fi > 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.

3.7.2.4 RECEPTORES BDS

3.7.2.4.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores de señales B1I del BDS 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 TAB-04B e indicados en la Figura 04A y con un nivel de señal BDS deseada de –164,5 dBW en el puerto de la antena. Durante la adquisición inicial antes de la navegación en estado permanente, los receptores de señales B1I del BDS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de 6 dB menos que los especificados en la Tabla TAB-04B.

3.7.2.4.2 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores B1C/ B2a del BDS satisfarán los objetivos de actuación con un nivel de potencia en el puerto de la antena igual a los umbrales de interferencia especificados en la Tabla TAB-04C e indicados en la Figura FIG-04B y con niveles de señales BDS deseados de –163,5 dBW para la señal B1C y de –160,5 dBW para la señal B2a en el puerto de la antena. Durante la adquisición inicial de las señales antes de la navegación en estado permanente, los receptores B1C/B2a del BDS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de 6 dB menos que los especificados en la Tabla TAB-04C.

Tabla TAB-04B. Umbrales de interferencia CW para los receptores BDS B1I en navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores la navegación en estado permanente
fi ≤ 1 465 MHz	–18 dBW
1 465 MHz < fi ≤ 1 528 MHz	Decreciendo linealmente de –18 dBW a –30dBW
1 528 MHz < fi ≤ 1 559,052 MHz	Decreciendo linealmente de –30 dBW a –150,5 dBW
1 559,052 MHz < fi ≤ 1 563,144 MHz	–150,5 dBW
1 563,144 MHz < fi ≤ 1 610 MHz	Aumentando linealmente de –150,5 dBW a –60dBW
1 610 MHz < fi ≤ 1 618 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –42 dBW
1 618 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –42dBW a –8,5dBW*
1 610 MHz < fi ≤ 1 626,5 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –22 dBW*
1 626,5 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –8,5 dBW*
fi > 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.	

Tabla TAB-04C. Umbrales de interferencia CW para los receptores BDS B1C/B2a en navegación en estado permanente

Gama de frecuencias f_i de la señal de interferencia	Umbrales de interferencia de los receptores la navegación en estado permanente
fi ≤ 1000MHz	–24 dBW
1000 MHz < fi ≤ ≤ 1 100,45 MHz	Decreciendo linealmente de –24 dBW a –44 dBW
≤ 1 100,45 MHz < fi ≤ 1 148,45 MHz	Decreciendo linealmente de –44 dBW a –54 dBW
1 148,45 MHz < fi ≤ 1 166,45 MHz	Decreciendo linealmente de –54dBW a –145 dBW
1 166,45 MHz < fi ≤ 1 186,45 MHz	–145 dBW
1 186,45 MHz < fi ≤ 1 205,45 MHz	Aumentando linealmente de –145dBW a –54 dBW
1 205,45 MHz < fi ≤ 1 252,45 MHz	Aumentando linealmente de –54dBW a –43dBW
1 252,45 MHz < fi ≤ 1 315 MHz	Aumentando linealmente de –43 dBW a –39dBW
1 315 MHz < fi ≤ 1 525 MHz	Aumentando linealmente de –39 dBW a –31,5 dBW
1 525 MHz < fi ≤ 1 531 MHz	Aumentando linealmente de –31,5dBW a –34dBW
1531 MHz < fi ≤ 1536 MHz	Aumentando linealmente de –34 dBW a –65dBW
1536 MHz < fi ≤ 1 565,42 MHz	Aumentando linealmente de –65 dBW a –150,5dBW
1 565,42 MHz < fi ≤ 1 585,42 MHz	–150,5dBW
1 585,42 MHz < fi ≤ 1 610 MHz	Aumentando linealmente de –150,5dBW a –60dBW
1 610 MHz < fi ≤ 1 618 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –42 dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –42 dBW a –8,5 dBW*
1 618 MHz < fi ≤ 1 626,5 MHz	Aumentando linealmente de –60 dBW a –22dBW**
1 626,5 MHz < fi ≤ 2000 MHz	Aumentando linealmente de –22 dBW a –8,5 dBW**
fi > 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.

3.7.3 INTERFERENCIA DE TIPO RUIDO DE BANDA LIMITADA

3.7.3.1 RECEPTORES GPS *L1* Y SBAS *L1*

3.7.3.1.1 Después de establecerse la navegación de estado permanente, los receptores de señales L1 del GPS y señales L1 del SBAS satisfarán los objetivos de actuación con ruido como señales interferentes presente en la gama de frecuencias de 1,575.42 MHz ± Bw i/2 y con niveles de potencia en estado permanente, el receptor satisfará los objetivos de actuación, al recibir las señales de interferencia por impulsos con las características correspondientes a la Tabla B-87 estando el umbral de interferencia definido en el puerto de la antena.

3.7.3.4 Los receptores SBAS y GBAS no producirán información que induzca a error en presencia de interferencia, incluso de niveles de interferencia superiores a los especificados en 3.7.

3.8 Antena del receptor de satélite en la aeronave GNSS

3.8.1 Cobertura de antena. La antena GNSS satisfará los requisitos de actuación para la recepción de señales de satélite GNSS de 0 a 360º en azimut y de 0 a 90º en elevación relativa al plano horizontal de una aeronave en vuelo horizontal.

3.8.2 Ganancia de antena. La ganancia mínima de un elemento de antena pasiva para las antenas de una sola frecuencia no será inferior a lo indicado en la Tabla B-88A para el ángulo de elevación especificado por encima del horizonte. Para estas antenas la ganancia máxima de un elemento de antena no excederá de +4 dBic para ángulos de elevación por encima de 5º. 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-88B 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 75º.

3.8.3 Polarización. La polarización de la antena GNSS será circular dextrogira (en sentido del reloj respecto a la direcciónde propagación).

3.8.3.1 *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 40º fuera de la línea de mira en todos los ángulos azimutales.

3.9 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:

$$\left\{\frac{[x^k M(x)]}{G(x)}\right\}_{mod2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$

siendo: 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:

$$R(x) = \sum_{i=1}^{k} r_i x^{k-i} = r_1 x^{k-1} + r_2 x^{k-2} + \ldots + r_k x^0$$

el puerto de la antena iguales a los umbrales de interferencia especificados en la Tabla B-85 e indicados en la Figura B-17 y con el nivel de señal deseada de –164 dBW en el puerto de la antena.

Nota.— Bw_i es la anchura de banda de ruido equivalente de la señal de interferencia.

3.7.3.1.2 Durante la adquisición inicial de las señales GPS y SBAS antes de la navegación en estado permanente, los receptores GPS y SBAS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la Tabla B-85.

3.7.3.2 RECEPTORES GLONASS

3.7.3.2.1 Después de que se haya establecido la navegación de estado permanente, los receptores GLONASS (salvo aquellos identificados en 3.7.3.2.1.1) satisfarán los objetivos de actuación mientras reciben las señales interferentes de tipo ruido en la banda de frecuencias fk $\pm Bw_i/2$, con niveles de potencia en el puerto de la antena iguales a los umbrales de interferencia que se especifican en la Tabla B-86 y con un nivel de señal deseada de –166,5 dBW en el puerto de la antena.

3.7.3.2.1.1 Después de que se haya establecido la navegación de estado permanente, los receptores GLONASS utilizados para todas las fases de vuelo (salvo aquellos utilizados para la fase de vuelo de aproximación de precisión) y puestos en funcionamiento antes del 1 de enero de 2017, satisfarán los objetivos de actuación mientras reciben las señales interferentes de tipo ruido en la banda de frecuencia fk ±Bwi/2, con niveles de potencia en el puerto de la antena 3 dB menores que los umbrales de interferencia especificados en la Tabla B-86 e indicados en la Figura B-18 y con un nivel de señal deseada de –166,5 dBW en el puerto de la antena.

Nota.— f_k es la frecuencia central de un canal GLONASS con f_k = 1 602 MH_z + k × 0,5625 MH_z y k = –7 a +6, según se define en la Tabla B-16, y Bw_i es la anchura de banda de ruido equivalente de la señal de interferencia.

3.7.3.2.2 Durante la adquisición inicial de las señales del GLONASS antes de la navegación en estado permanente, los receptores GLONASS satisfarán los objetivos de actuación con umbrales de interferencia 6 dB menores que los especificados en la Tabla B-86.

3.7.3.3 Interferencia por impulsos. Después de que se haya establecido la navegación de estado permanente, el receptor satisfará los objetivos de actuación, al recibir las señales de interferencia por impulsos con las características correspondientes a la Tabla B-87 estando el umbral de interferencia definido en el puerto de la antena.

Tabla B-85. 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

Anchura de banda de interferencia	Umbral de interferencia para receptores en navegación en estado permanente
0 Hz < $Bw_i \leq$ 700 Hz	–150,5 dBW
700 Hz < $Bw_i \leq$ 10 kHz	Aumentando linealmente de –150,5 a –143,5 dBW
10 kHz < $Bw_i \leq$ 100 kHz	Aumentando linealmente de –143,5 a –140,5 dBW
100 kHz < $Bw_i \leq$ 1 MHz	–140,5 dBW
1 MHz < $Bw_i \leq$ 20 MHz	Decreciendo linealmente de –140,5 a –127,5 dBW*
20 MHz < Bwi ≤ 30 MHz	Aumentando linealmente de –127,5 a –121,1 dBW*
30 MHz < Bwi ≤ 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 frecuencias 1 575,42 ±10 MHz.	

Tabla B-86. Umbral de interferencia para interferencia de tipo ruido de banda limitada en los receptores de señales GLONASS FDMA en banda L1 utilizados para aproximaciones de precisión

Anchura de banda de interferencia	Umbral de interferencia
0 Hz < $Bw_i \leq$ 1 kHz	–149 dBW
1 kHz < $Bw_i \leq$ 10 kHz	Aumentando linealmente de –149 a –143 dBW
10 kHz < $Bw_i \leq$ 0,5 MHz	–143 dBW
0,5 MHz < $Bw_i \leq$ 10 MHz	Aumentando linealmente de –143 a –130 dBW
10 MHz < Bw_i	–130 dBW

Tabla B-87. Umbrales de interferencia por impulsos

	GPS L1, Galileo L1 y SBAS L1	GLONASS FDMA	GLONASS CDMA	BDS B1C	BDS B1I
Gama de frecuencias para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	1 575,42 MHz ± 20 MHz	1 592,9525 MHz a 1 609,36 MHz	191,775 MHz to 1 212,275 MHz/ 1 592,9525 MHz to 1 609,36 MHz	1 575,42 MHz ± ± 20 MHz	1 561,98 MHz ± 2,046 MHz
Umbral de interferencia (potencia de cresta del impulso) para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	-20 dBW	-20 dBW	–20 dBW / –20 dBW	–20 dBW	–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 (*)	0 dBW	0 dBW / 0 dBW	0 dBW	0 dBW
Anchura de impulso	≤125 µs	≤250 µs	≤250 µs / ≤250	≤125 µs	≤125 µs
Ciclo de impulsos	≤1%	≤1%	≤2% / ≤1%	≤1 %	≤1 %
Anchura de banda de la señal interferente para interferencia dentro de la banda y próxima a la banda	≥1 MHz	≥500 kHz	≥1 MHz / ≥500 kHz	1 MHz	≥1 MHz

Nota 1.— 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.

Nota 2.— Interferencia dentro de la banda, próxima a la banda y fuera de banda se refiere a la frecuencia central de la señal interferente.

Nota 3. —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.

Nota 4. —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.

Nota 5.— (*) 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 (véase el Adjunto D, 4.4.5 para más orientación)

Tabla B-88A. Ganancia mínima de antena — antenas de una sola frecuencia para GPS (L1), GLONASS (L1OF), BDS (B1C), BDS (B1I), y/o SBAS L1

Ángulo de elevación grados	Grado mínima dBic
0	-7,0
5	-5.5
10	-4,0
15 a 90	-2.5

Tabla B-88B. 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)

Ángulo de elevación grados	Grado mínima dBic
0	-7,0
5	-4,5
10	-3,0
15	-1.5
30	0,5
≥ 75	1,5

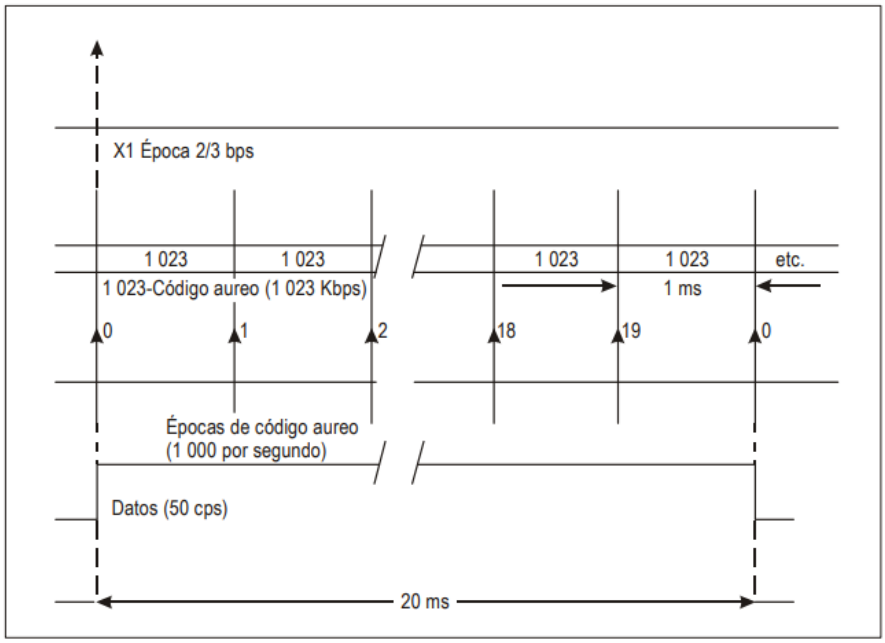


Figura B-1. Relaciones de temporización de códigos C/A

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

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

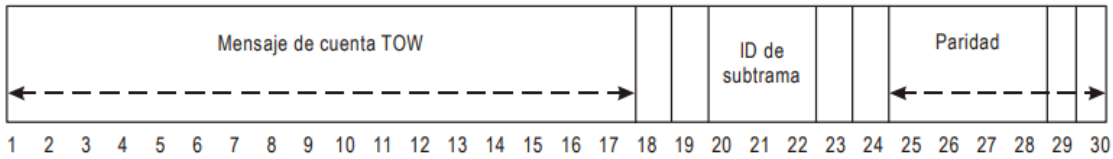
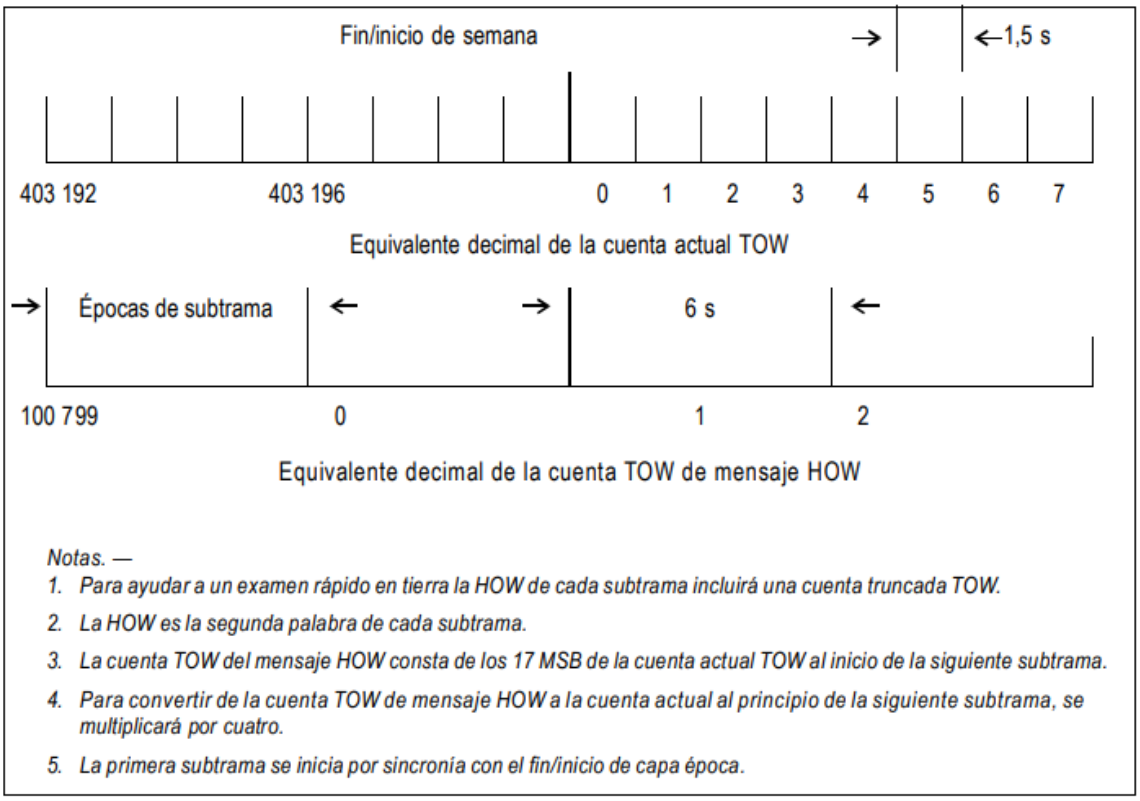


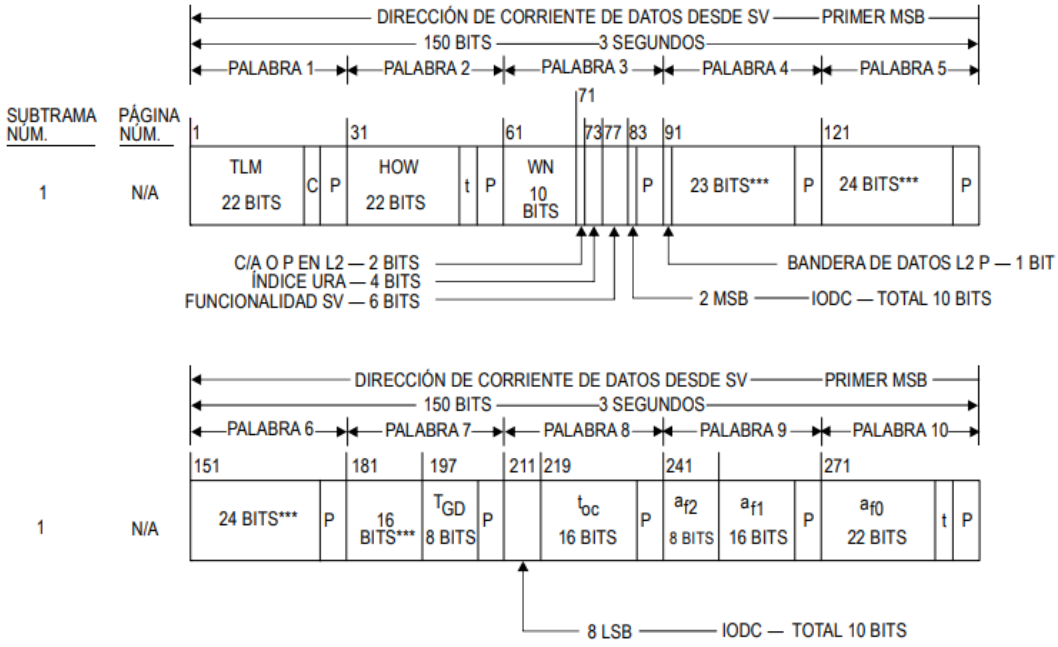
Figura B-4. Palabra HOW



Notas. —

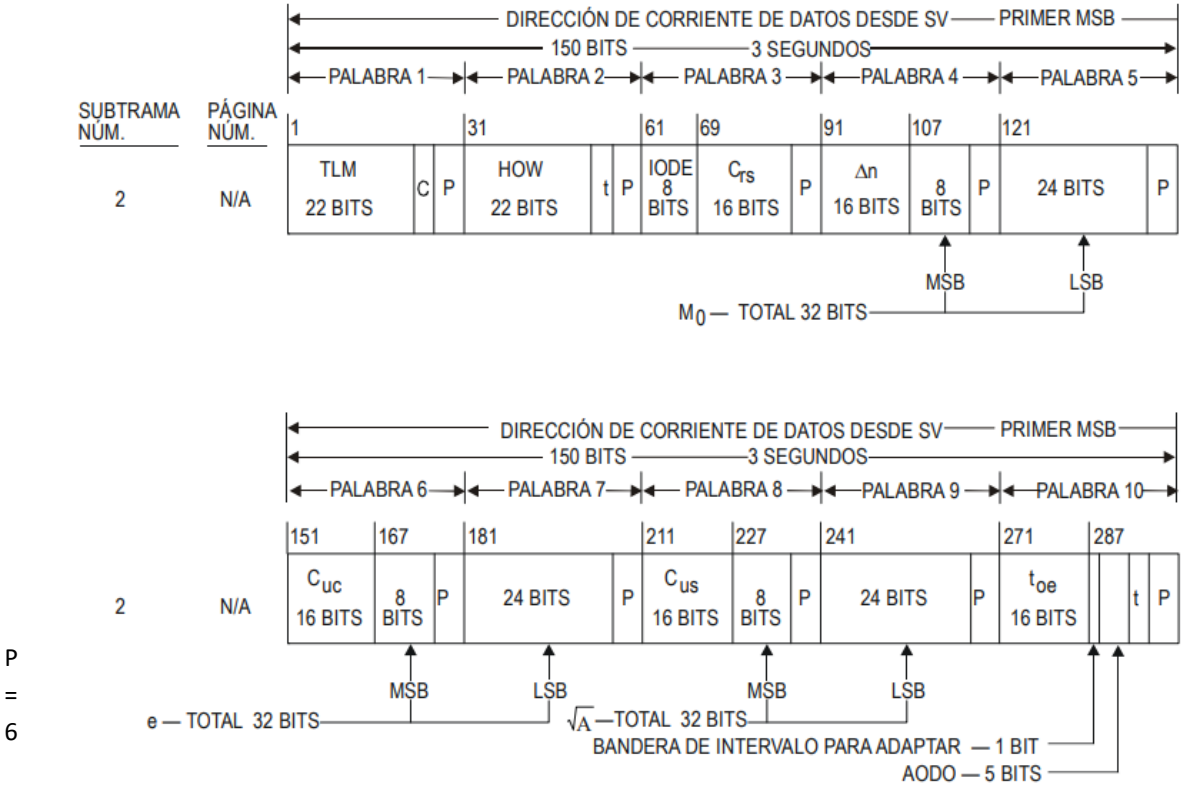
1. *Para ayudar a un examen rápido en tierra la HOW de cada subtrama incluirá una cuenta truncada TOW.*
2. *La HOW es la segunda palabra de cada subtrama.*
3. *La cuenta TOW del mensaje HOW consta de los 17 MSB de la cuenta actual TOW al inicio de la siguiente subtrama.*
4. *Para convertir de la cuenta TOW de mensaje HOW a la cuenta actual al principio de la siguiente subtrama, se multiplicará por cuatro.*
5. *La primera subtrama se inicia por sincronía con el fin/inicio de capa época.*

Figura B-5. Relaciones de línea de tiempo de la palabra HOW



*** 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)



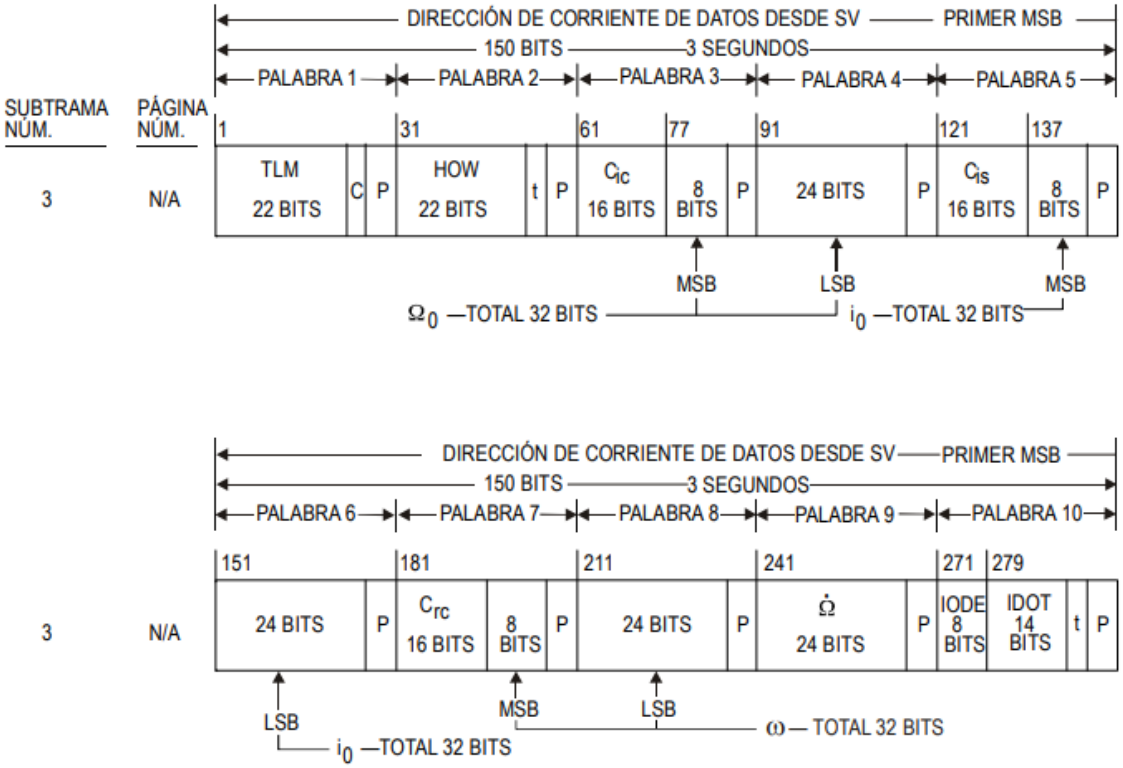
P = 6

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)

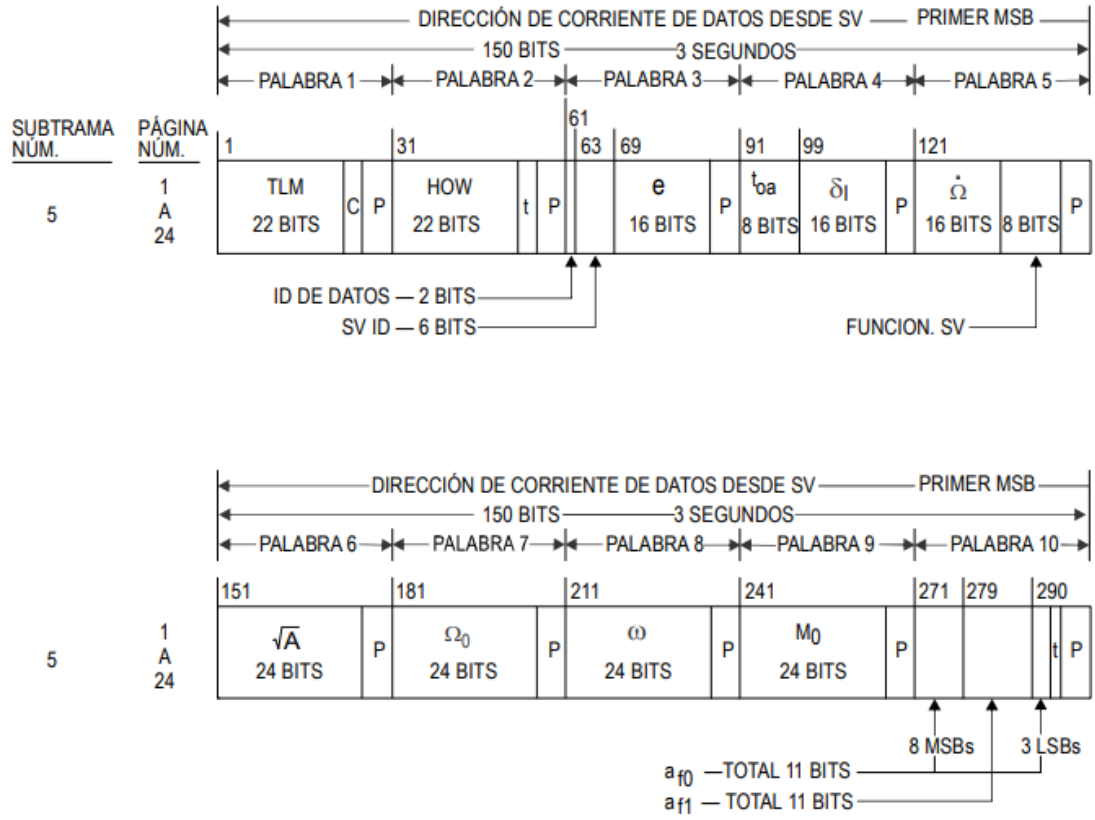


P = 6 BITS DE PARIDAD

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)



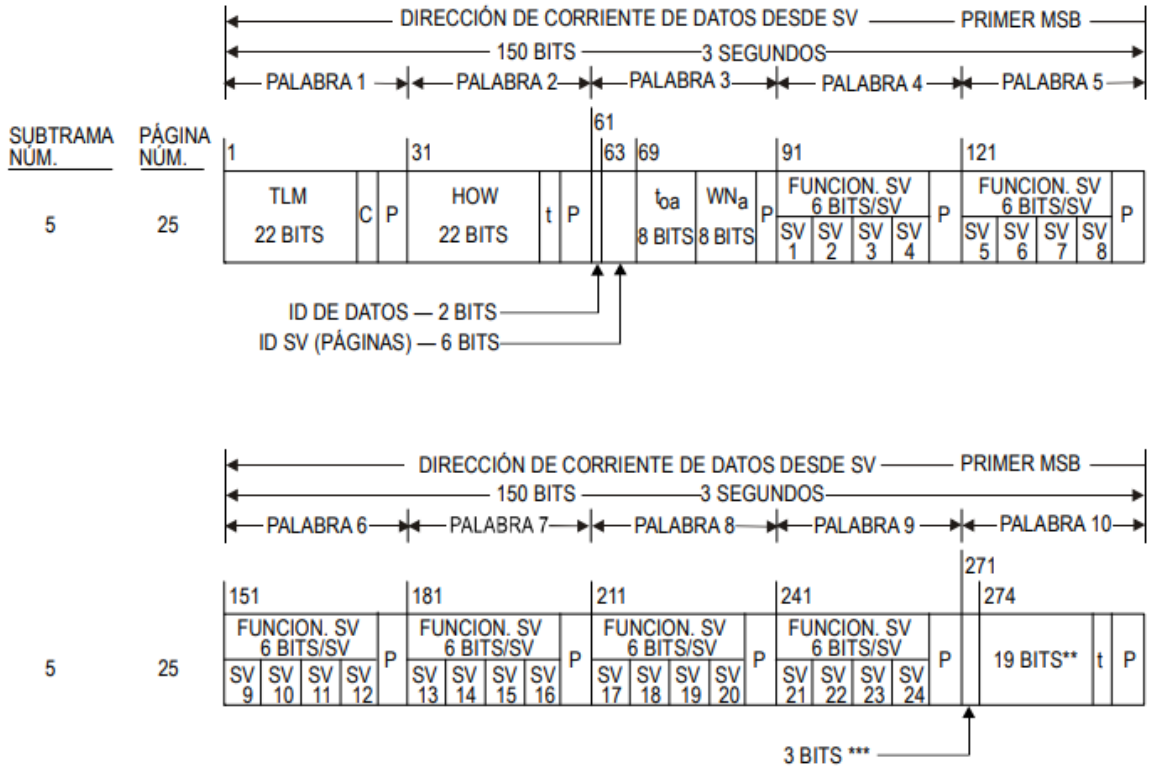
P = 6 BITS DE PARIDAD

t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD

C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Nota.— 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 5

Figura B-6. Formato de datos (4 de 11)



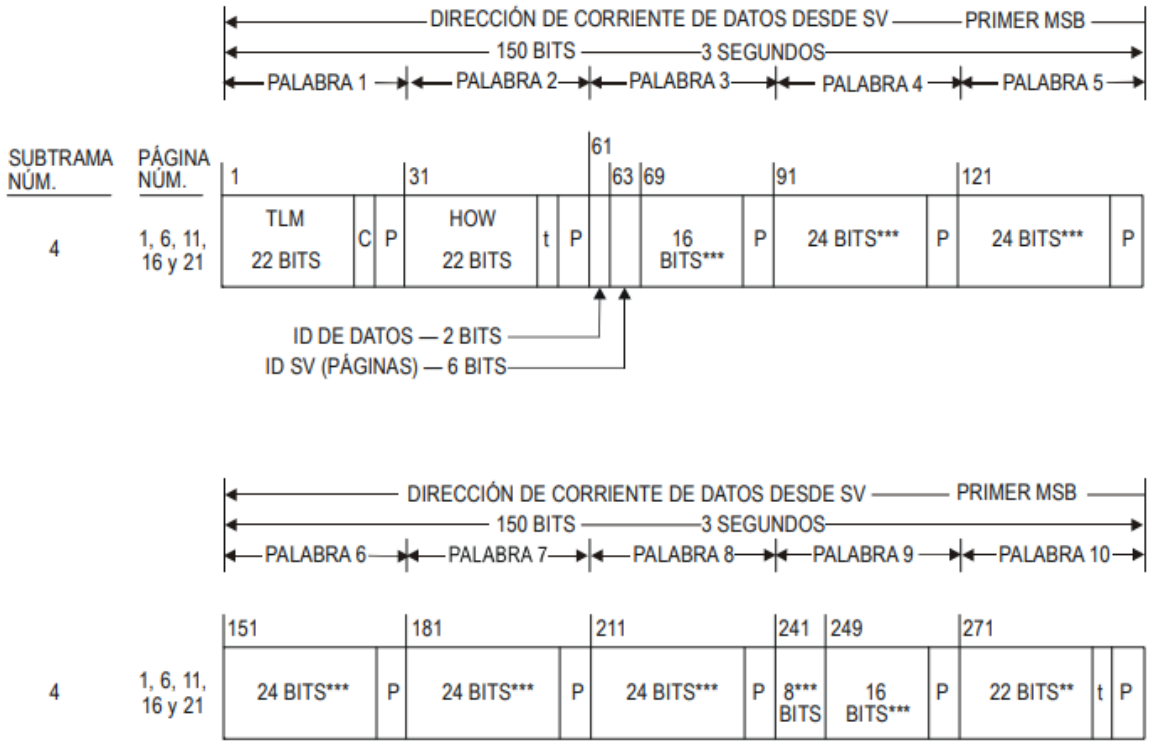
** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
*** RESERVADO

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)



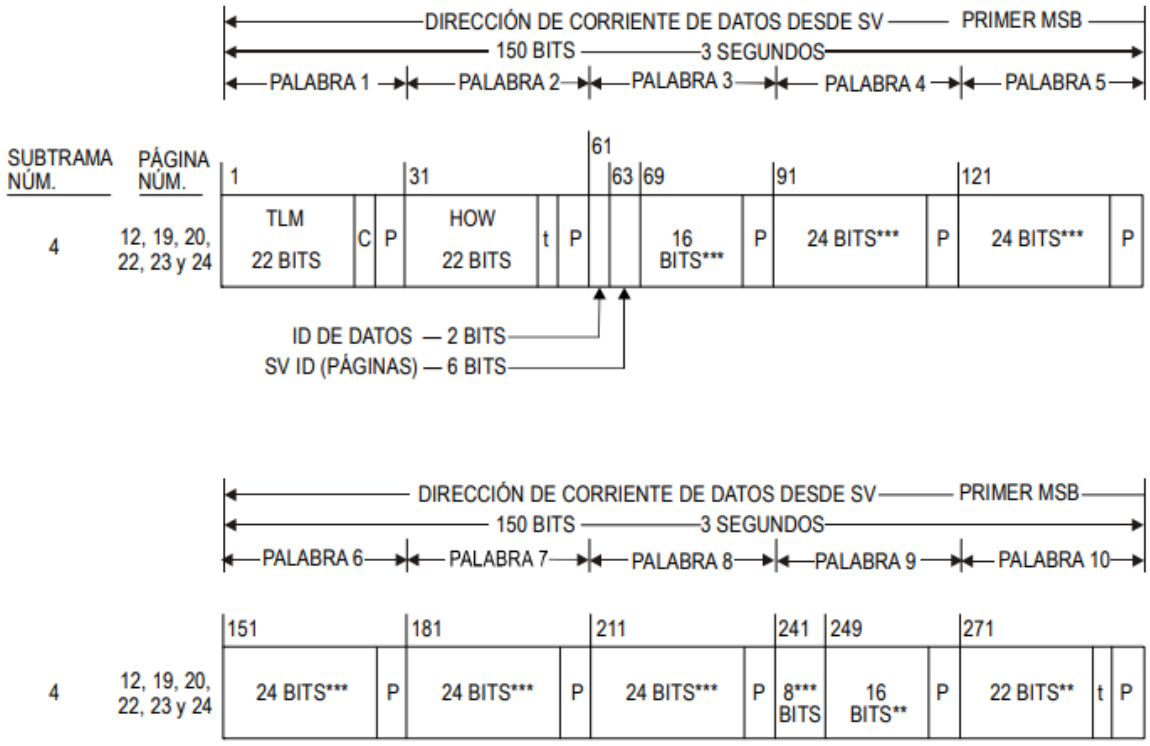
** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
*** RESERVADO

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)



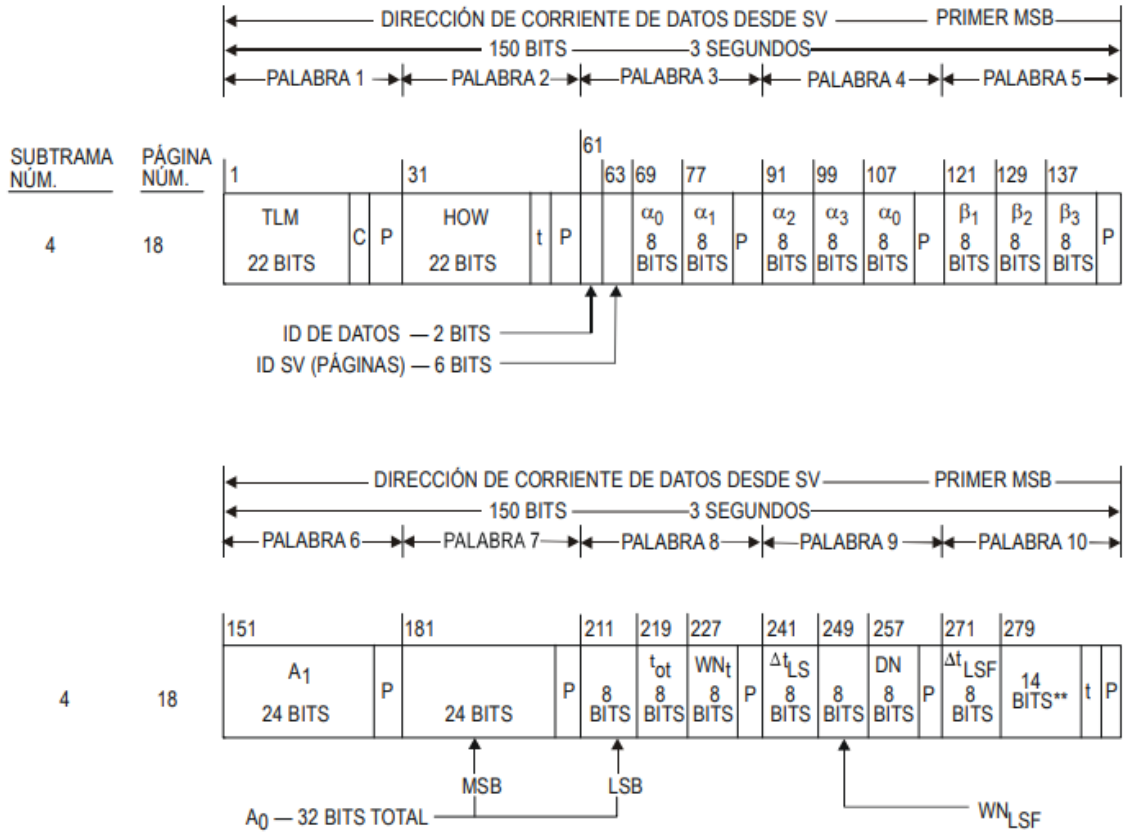
** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
*** RESERVADO

P = 6 BITS DE PARIDAD

t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD

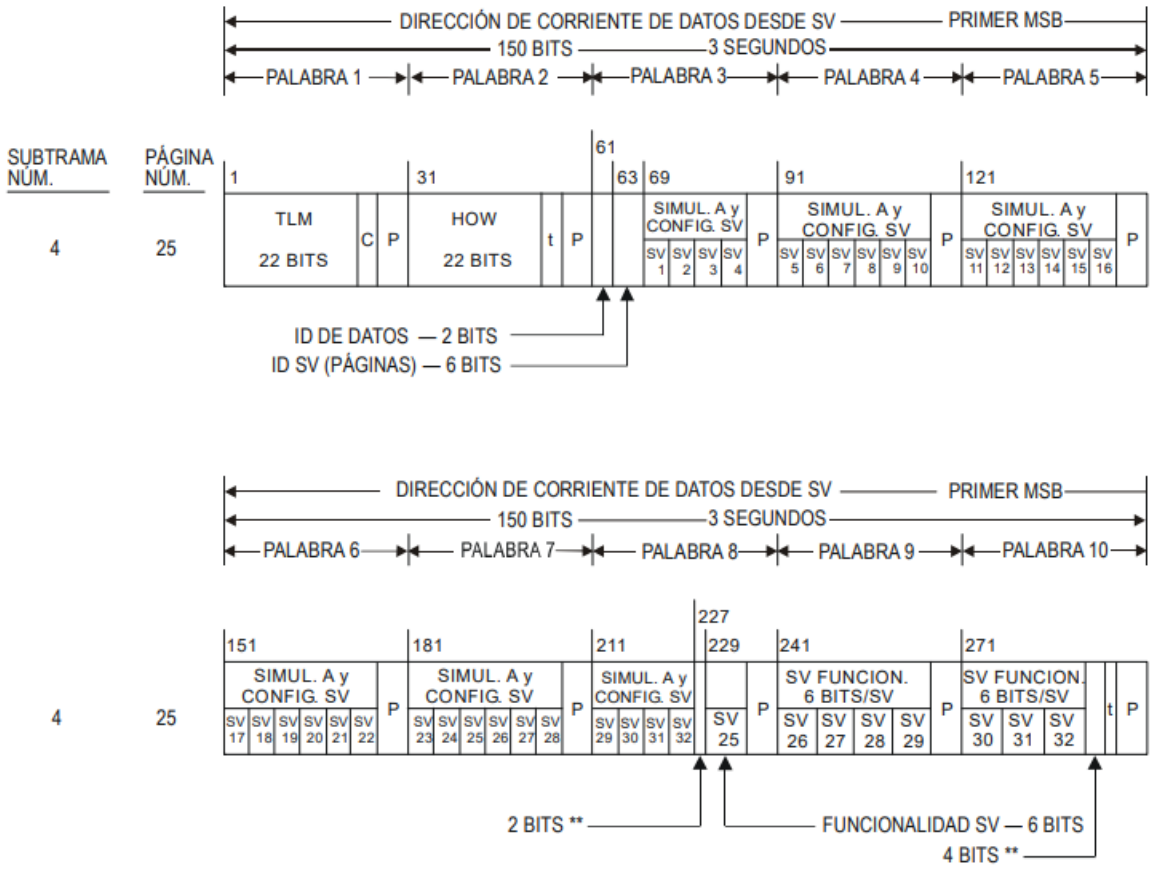
C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (7 de 11)



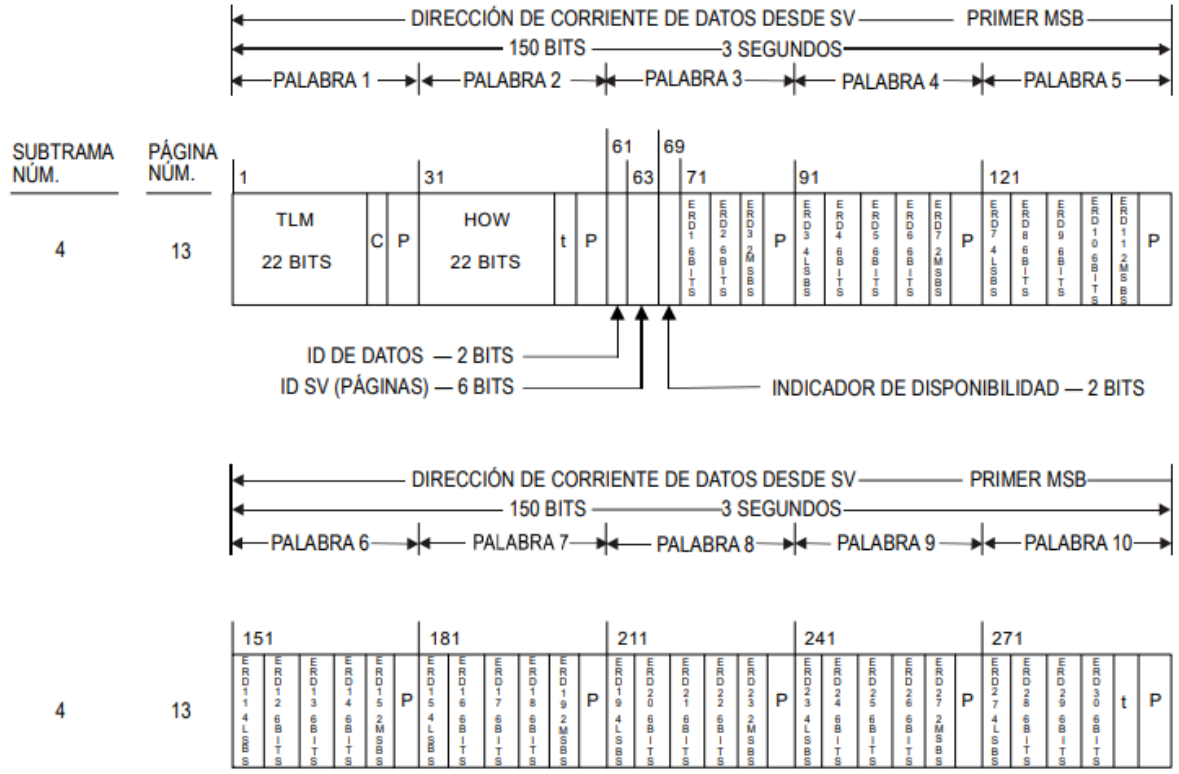
** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
P = 6 BITS DE PARIDAD
t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (8 de 11)



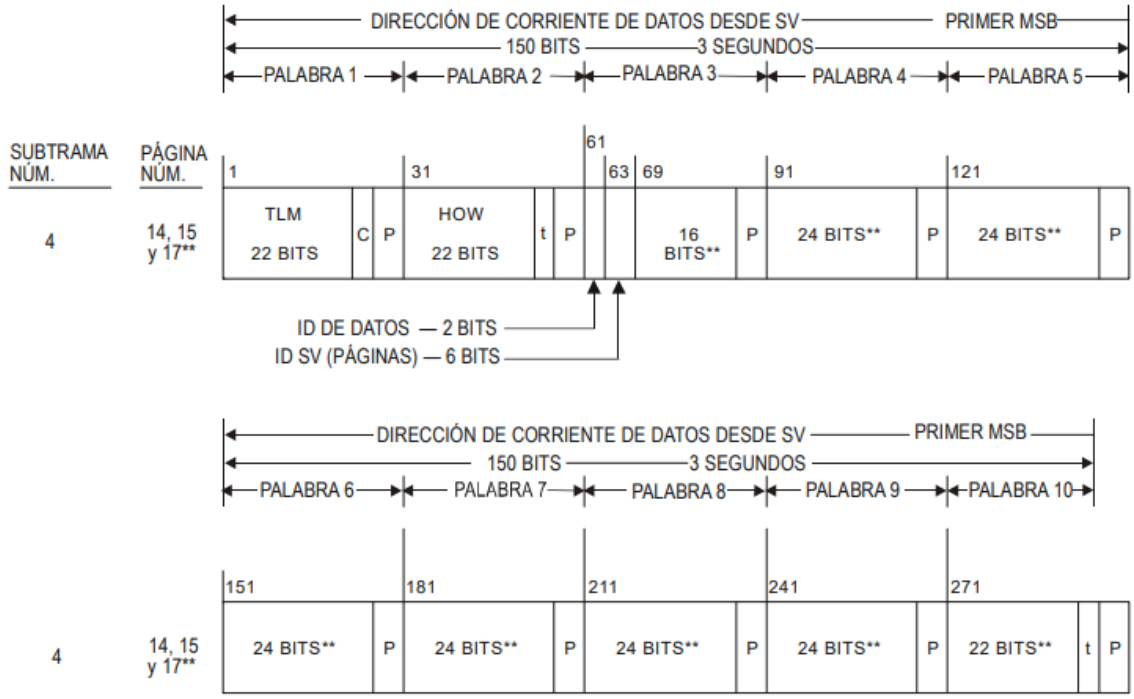
** RESERVADO PARA USO DEL SISTEMA
P = 6 BITS DE PARIDAD
t = 2 BITS DE MARCACIÓN QUE NO SON DE INFORMACIÓN UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE PARIDAD
C = BITS TLM 23 Y 24 QUE ESTÁN RESERVADOS

Figura B-6. Formato de datos (9 de 11)



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)



** 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 (11 de 11)

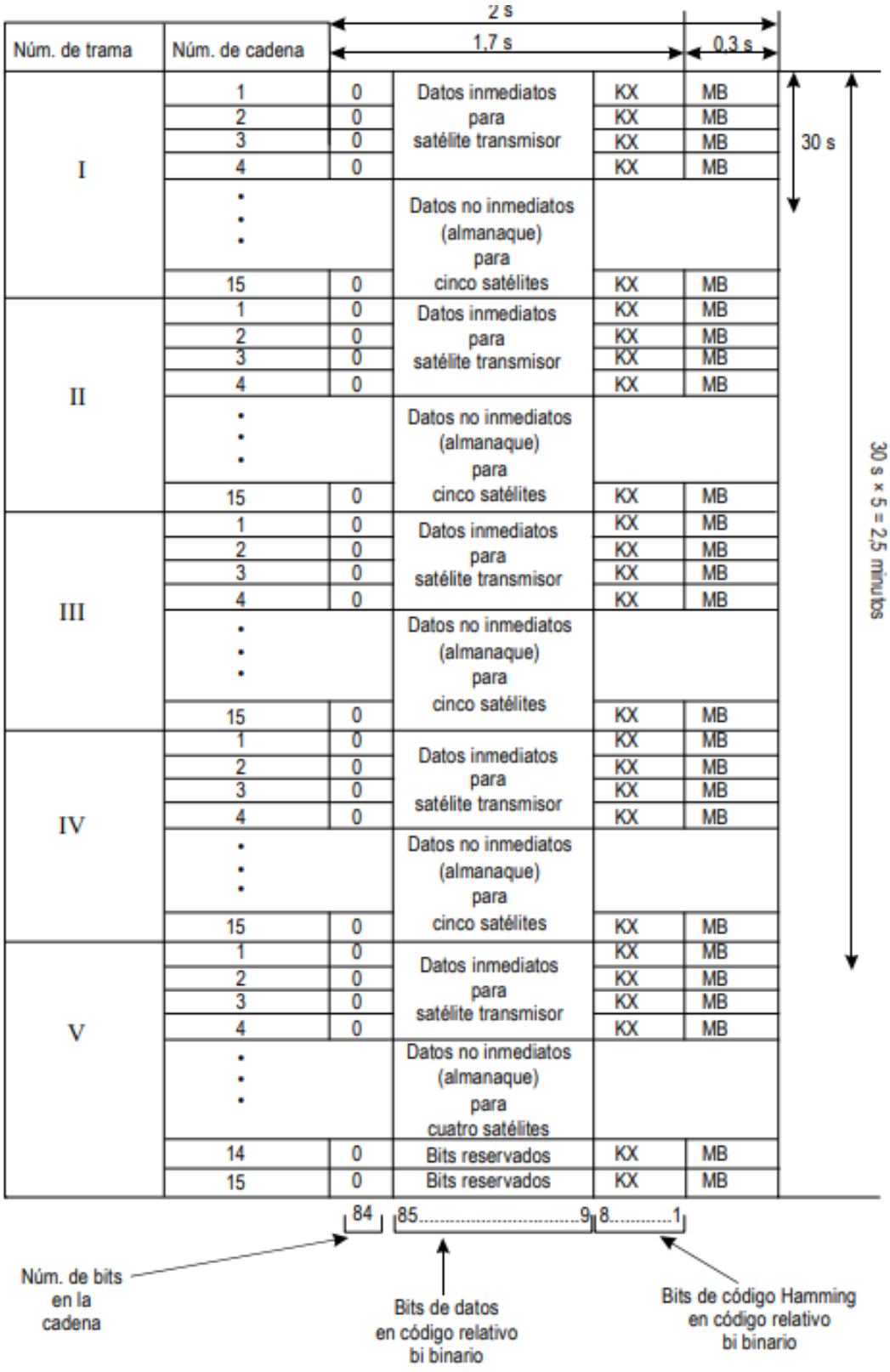
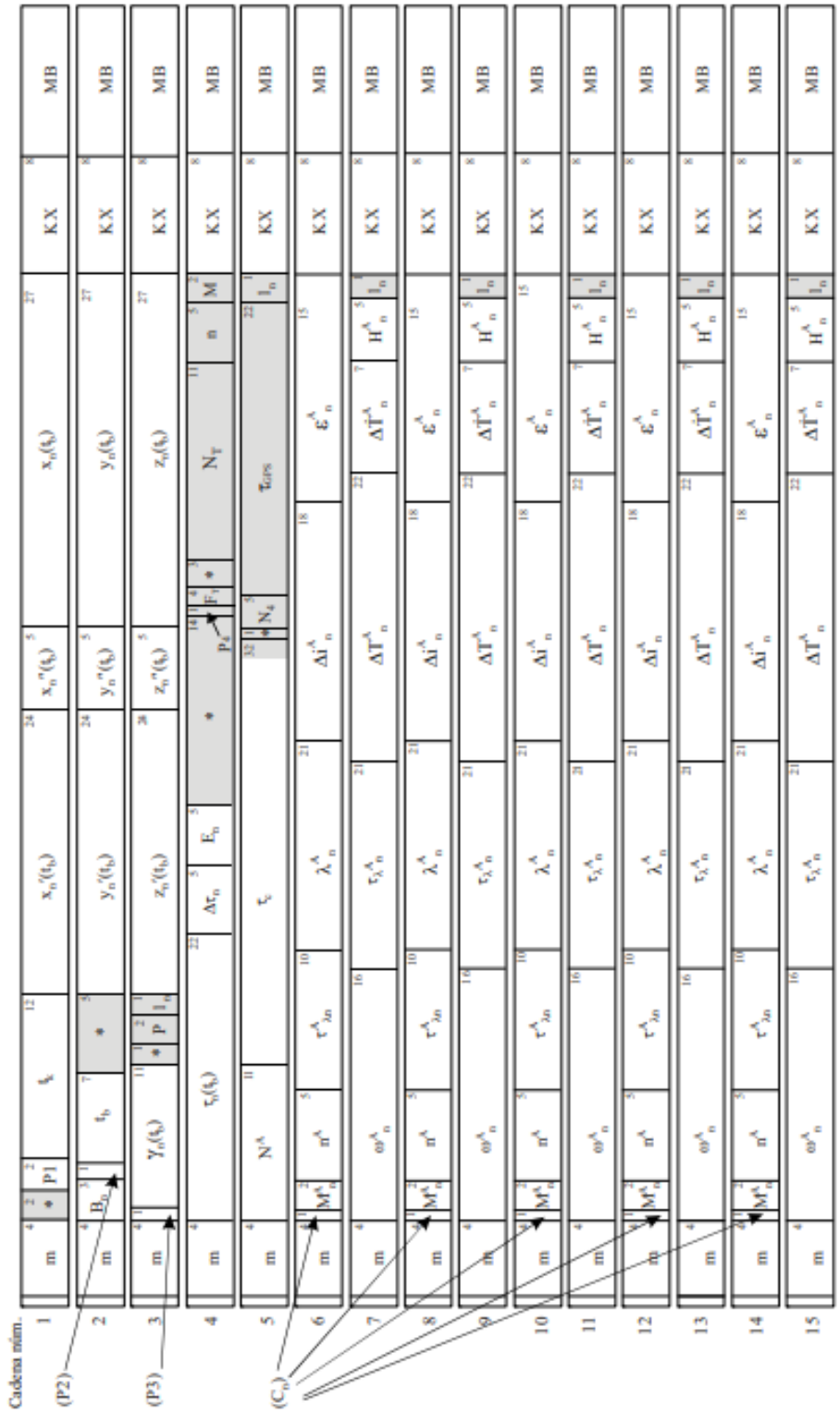


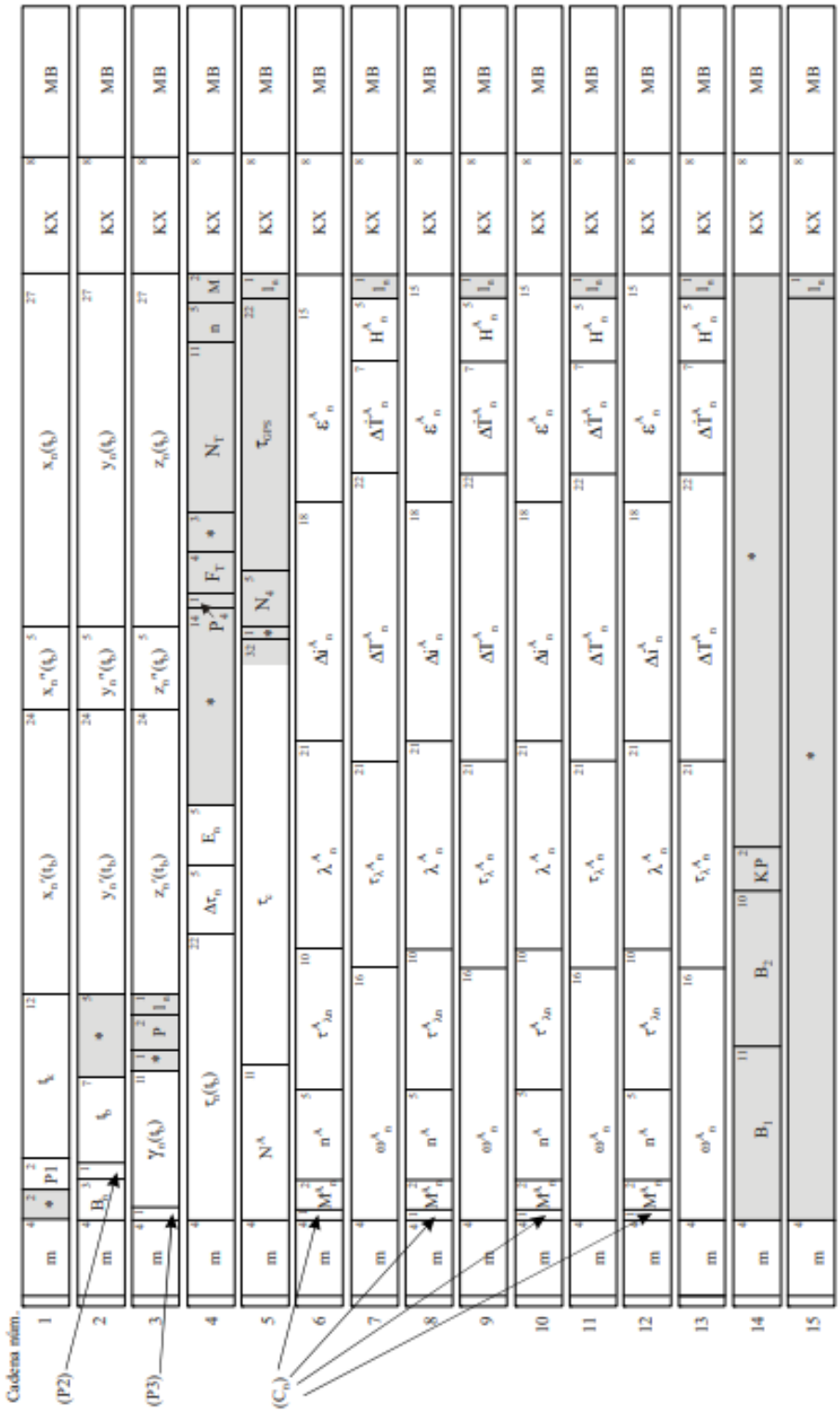
Figura B-7. Estructura de supertrama



- Bits reservados dentro de la trama

Nota.— En 3.2.1.3 y 3.2.1.4 se presentan las definiciones, el contenido de los datos y explicaciones de los parámetros. Los datos adicionales transmitidos por GLONASSM se resaltan en esta figura.

Figura B-8. Estructura de tramas (tramas 1 a 4)



• Bits reservados dentro de la trama

Nota.— En 3.2.1.3 y 3.2.1.4 se presentan las definiciones, el contenido de los datos y explicaciones de los parámetros. Los datos adicionales transmitidos por GLONASSM se resaltan en esta figura.

Figura B-9. Estructura de tramas (trama 5)

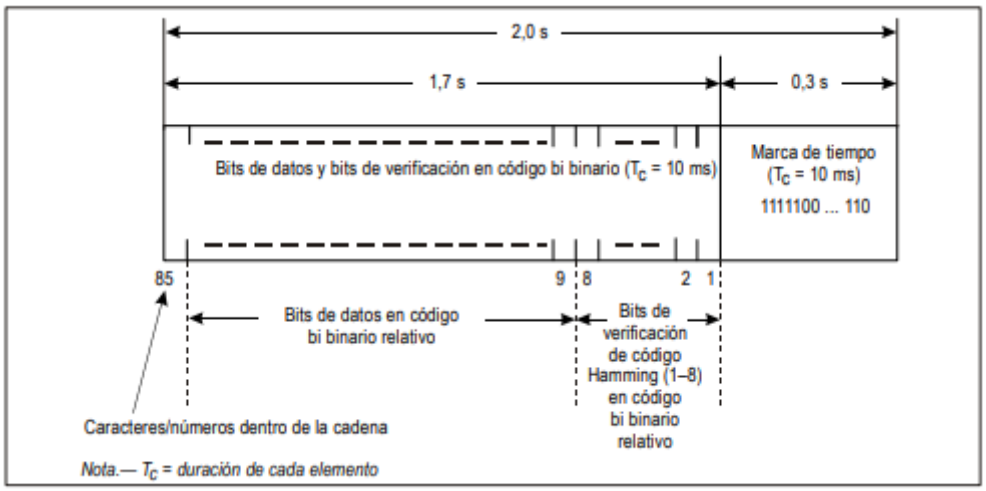


Figura B-10. Estructura de cadena de datos

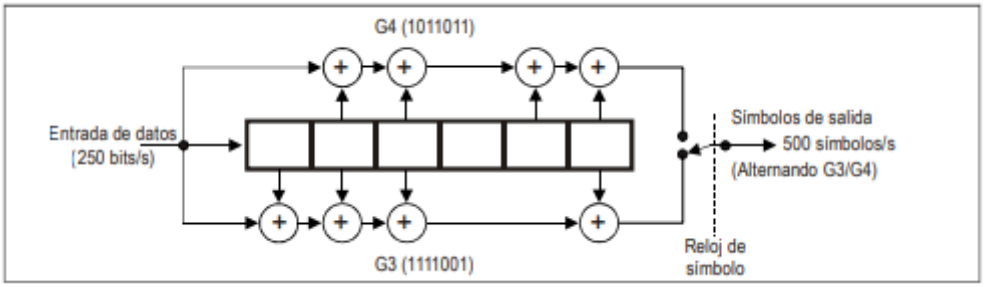


Figura B-11. Codificación convolucional



Figura B-12. Formato de bloque de datos

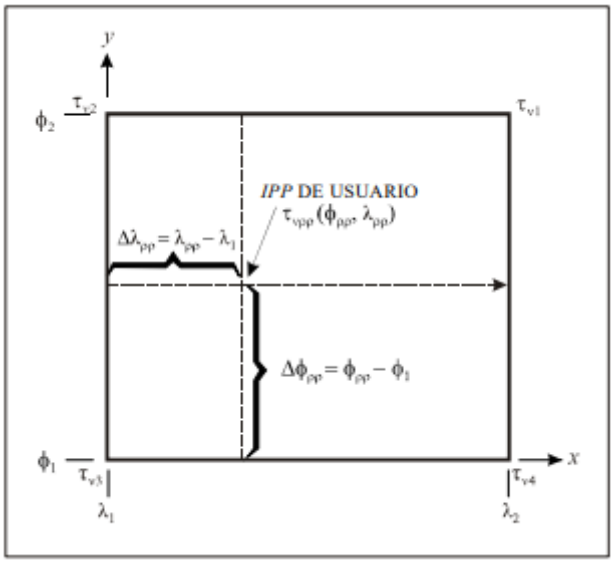


Figura B-13. Regla convencional para numeración IGP (cuatro IGP)

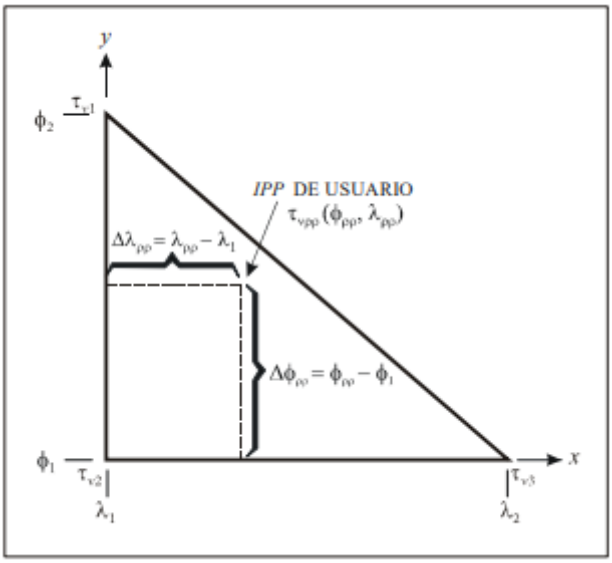


Figura B-14. Regla convencional para numeración IGP (tres IGP)

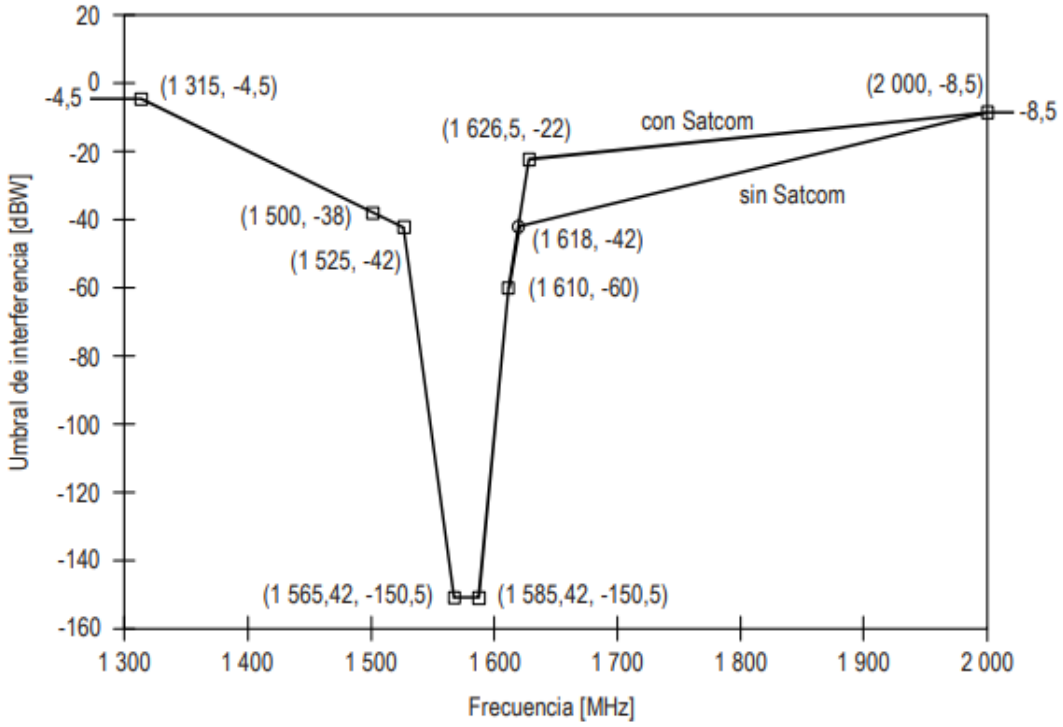


Figura B-15. Umbrales de interferencia CW para receptores GPS L1 y SBAS L1 en la navegación en estado permanente

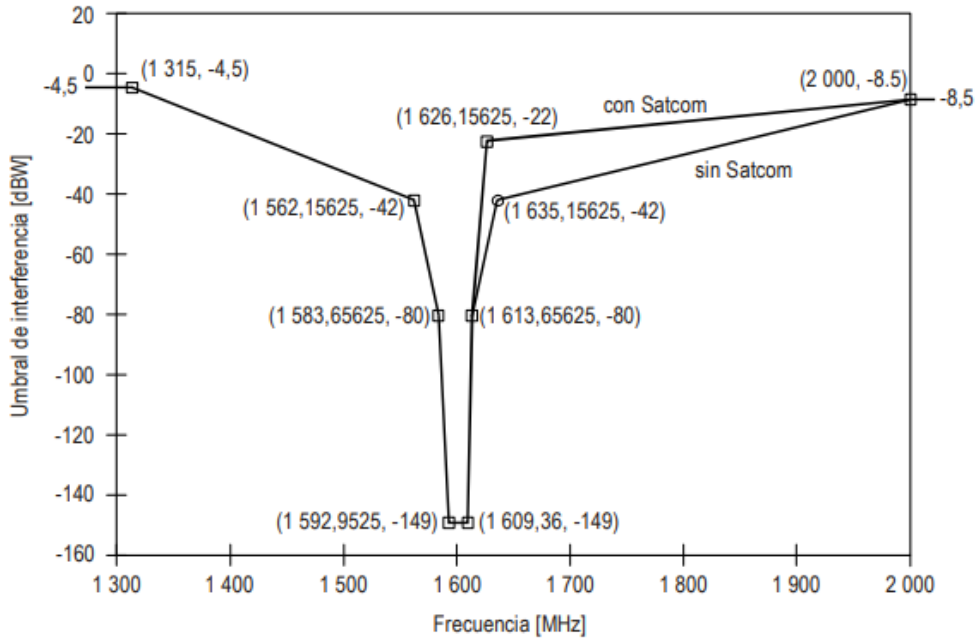


Figura B-16. Umbrales de interferencia CW para receptores GLONASS de señales FDMA en banda L1 en la navegación en estado permanente

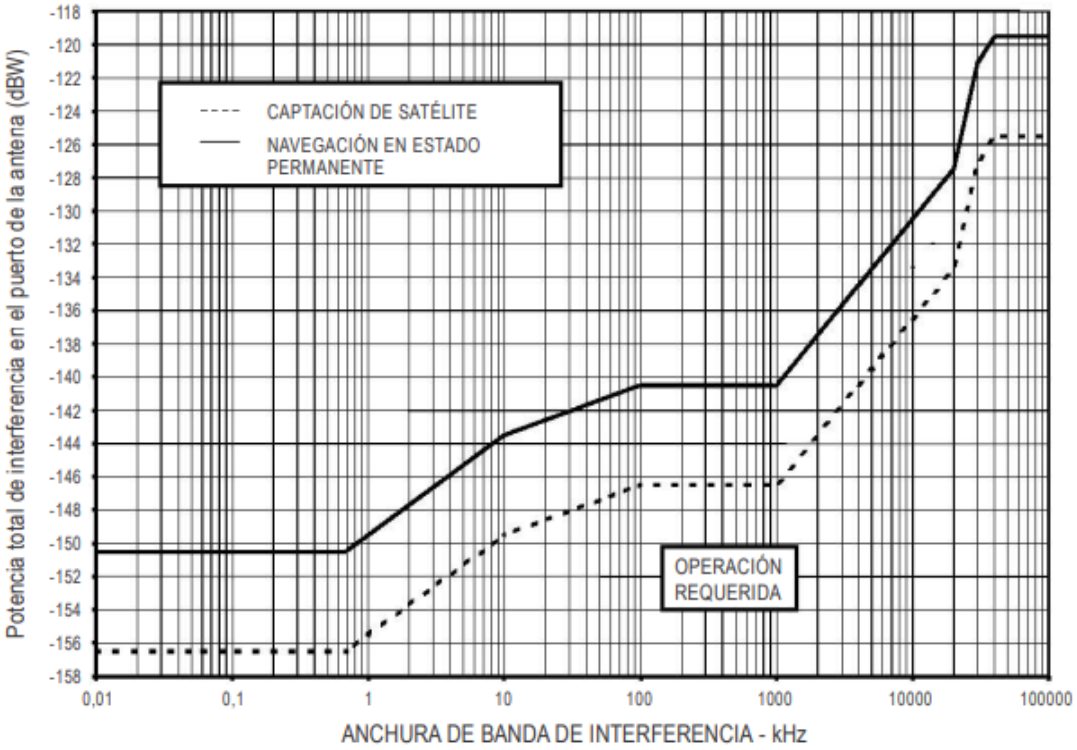


Figura B-17. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptores de señales GPS L1 y SBAS L1

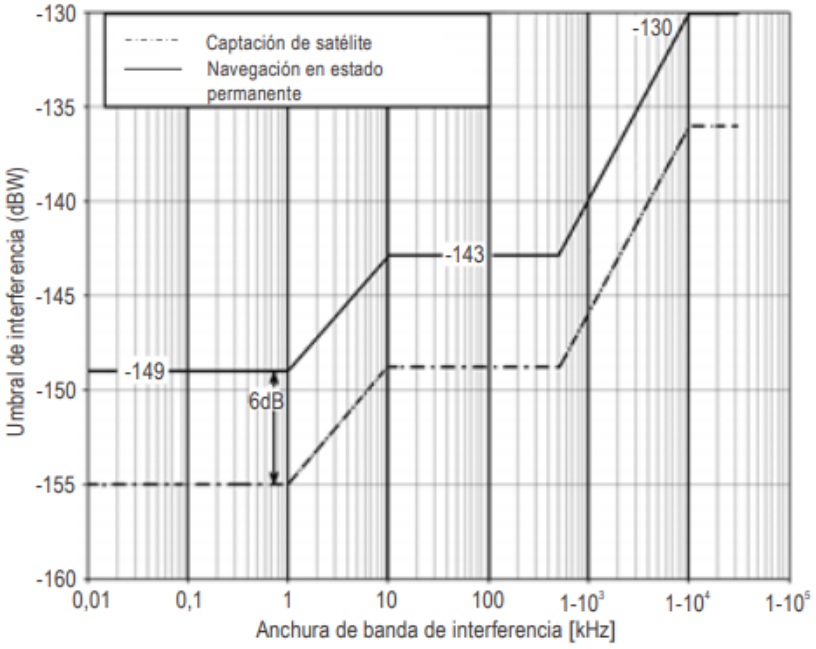


Figura B-18. Umbrales de interferencia en función de anchura de banda para receptores de señales GLONASS FDMA en banda L1

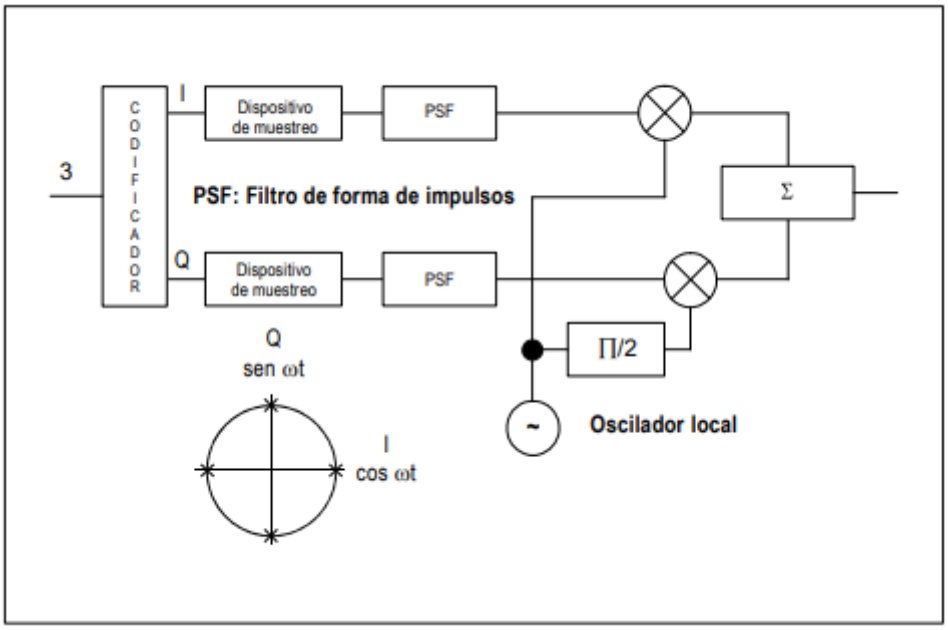
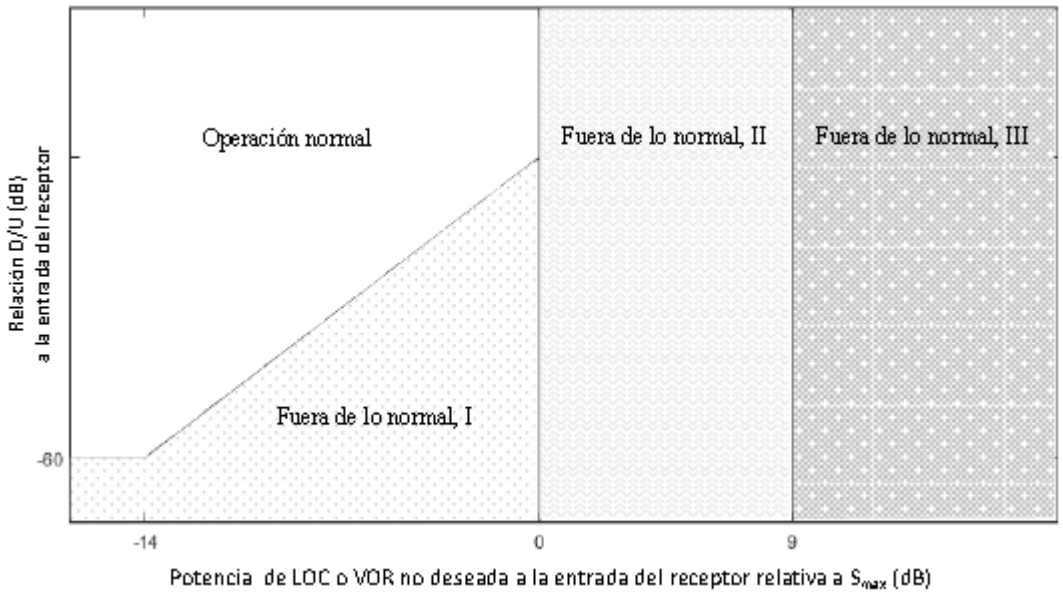


Figura B-19. Modulación de los datos de muestreo

Figura B-20. Regiones de operación del receptor VDB del GBAS ante una señal no deseada a partir del cuadragésimo canal adyacente de 25 kHz



Nota.— La región del gráfico identificada como "Operación normal" es a la que se aplica 3.6.8.2.2.6.4 y, por consiguiente, se cumple 3.6.8.2.2.3 (MFR<= 0,001). El límite inferior de la región es la línea que traza las relaciones D/U mínimas aceptables especificadas en 3.6.8.2.2.6.4 como función de la potencia no deseada para valores de la potencia no deseada hasta S_{max}.

En las otras tres regiones de la figura no se aplica 3.6.8.2.2.6.4. Por consiguiente, puede que no se cumpla 3.6.8.2.2.3 y que MFR llegue hasta 1.

La región identificada como "Fuera de lo normal, I" es aquella en que las relaciones D/U son inferiores al valor mínimo aceptable definido en 3.6.8.2.2.6.4 y la potencia no deseada es inferior o igual a S_{max}.

La región identificada como "Fuera de lo normal, II" es aquella en que la potencia no deseada es superior a S_{max}, pero inferior a S_{max} + 9 dB. En esta región se aplica el requisito de recuperación del receptor luego de soportar un exceso de potencia de una señal no deseada durante un corto plazo especificado en 3.6.8.2.2.6.5.

La región identificada como "Fuera de lo normal, III" es aquella en que la potencia no deseada es superior a S_{max} + 9 dB. Como esta región está fuera del ámbito de operación previsto, no se aplican requisitos de actuación del receptor.

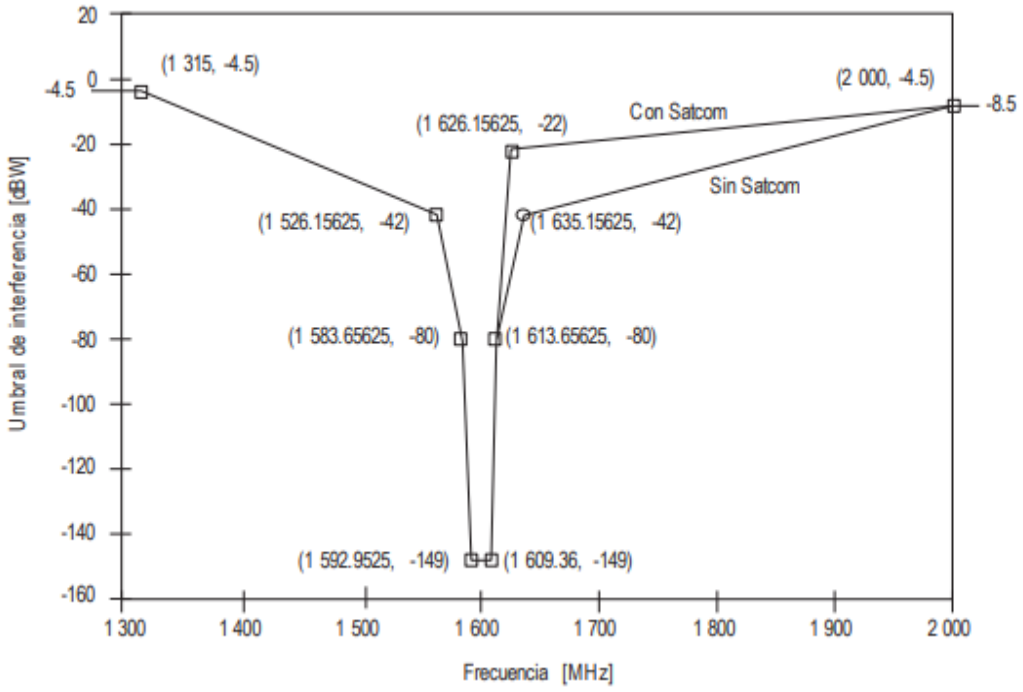


Figura FIG-01. Umbrales de interferencia CW para receptores de señales GLONASS CDMA en banda L1 en la navegación en estado permanente

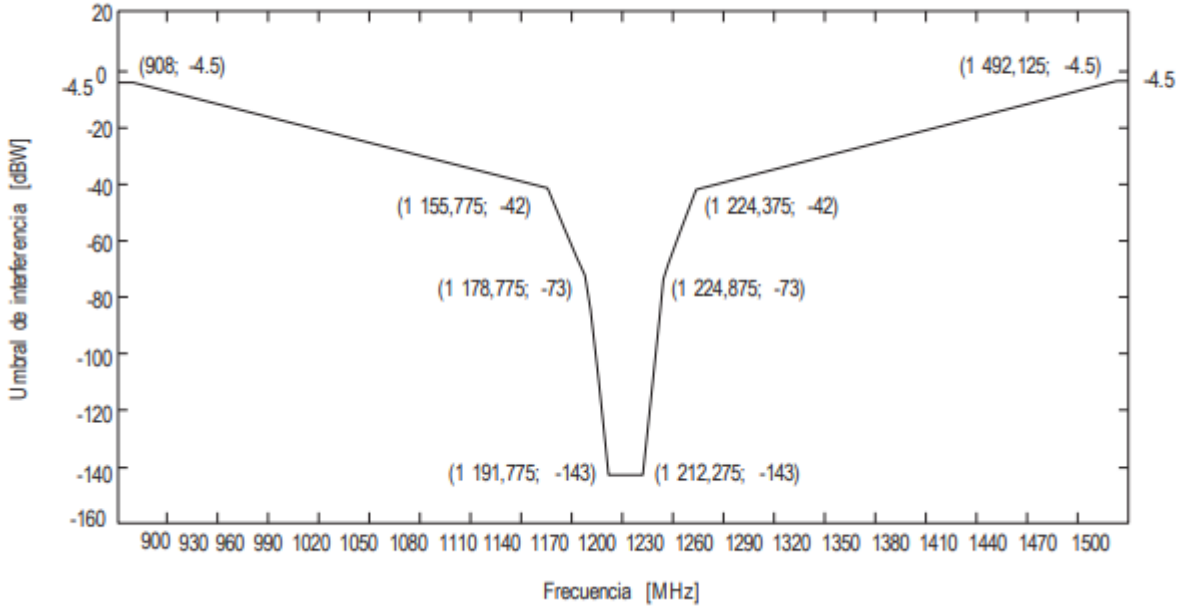


Figura FIG-02. Umbrales de interferencia CW para receptores de señales GLONASS CDMA en banda L3 en la navegación en estado permanente

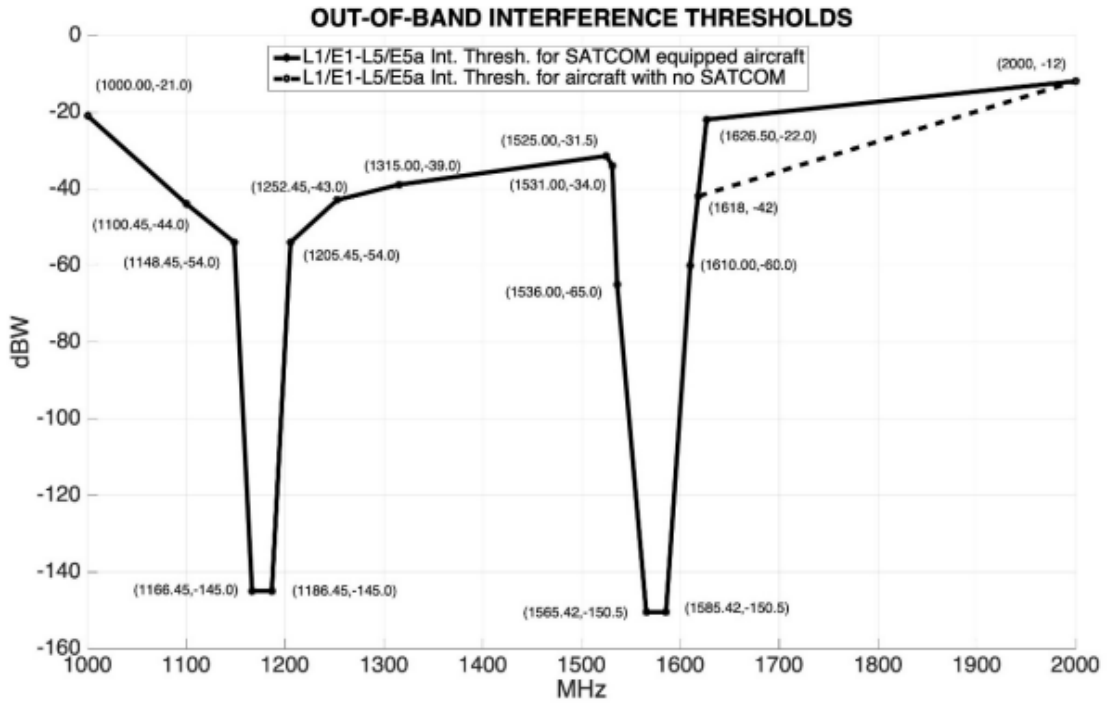


Figura FIG-03. Umbrales de interferencia CW para receptores GPS L1/L5, Galileo E1/ E5A y SBAS DFMC

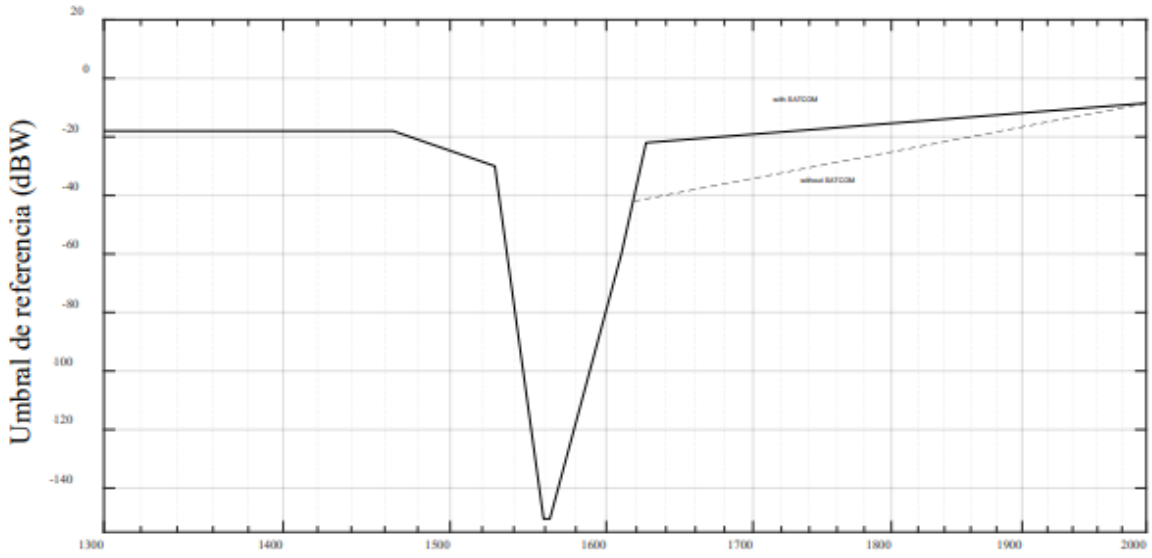


Figura FIG-04A. Umbrales de interferencia CW para receptores BDS B1I en la navegación en estado permanente

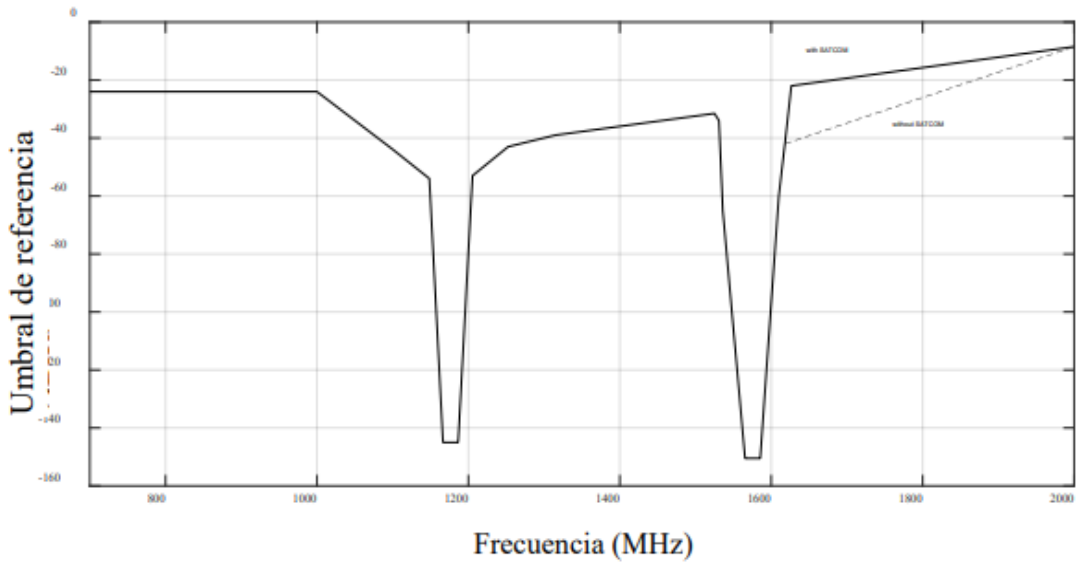


Figura FIG-04B. Umbrales de interferencia CW para receptores BDS B1C/B2a en la navegación en estado permanente

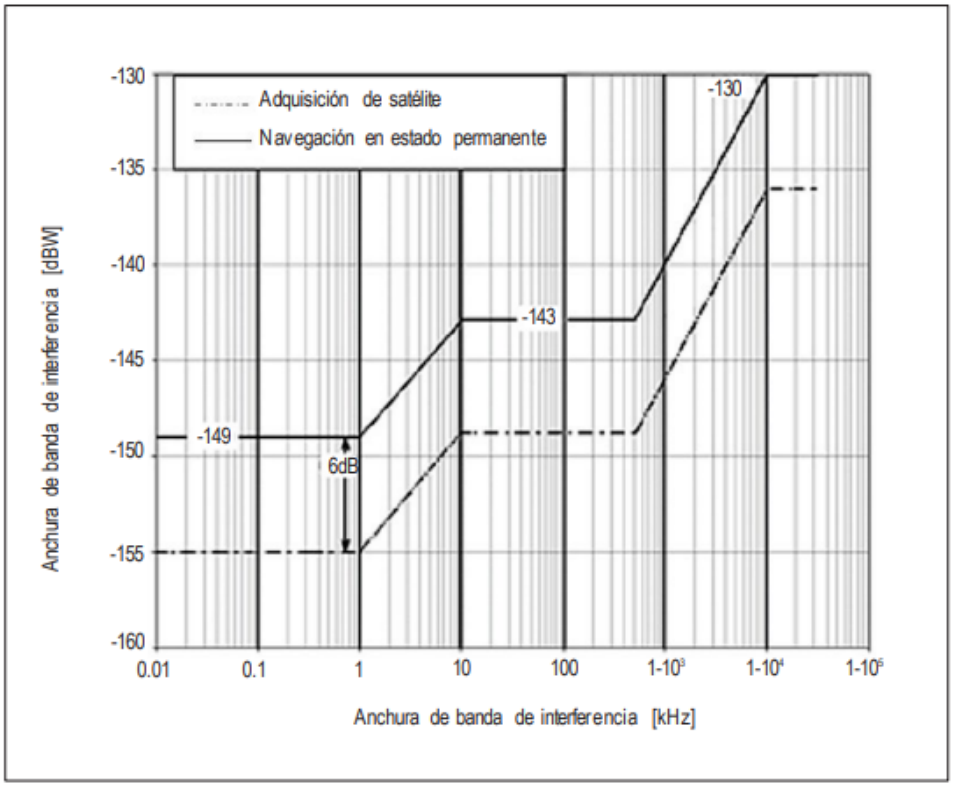


Figura FIG-05. Umbrales de interferencia en función de anchura de banda para receptores de señales GLONASS CDMA en banda L1

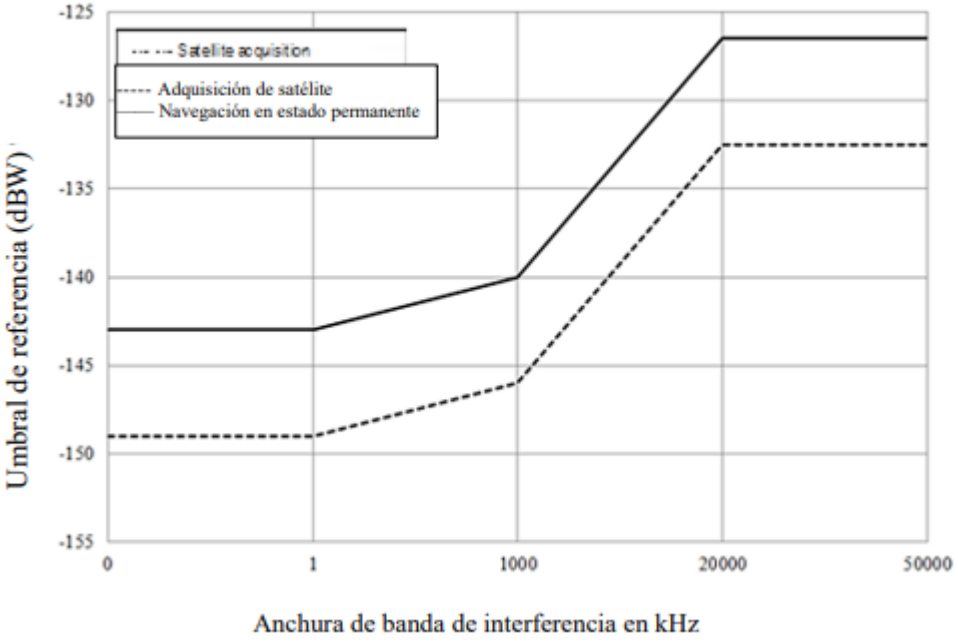


Figura FIG-06. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptores de señales GLONASS CDMA en banda L3

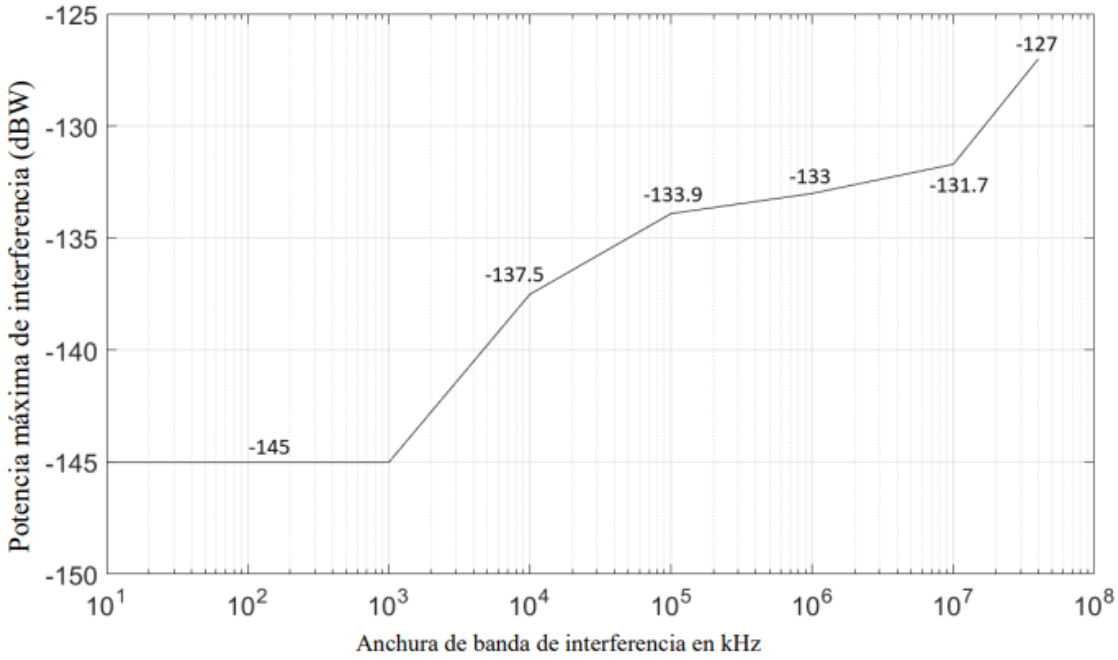


Figura FIG-07. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptores de señales GPS L1/L5, Galileo E1/E5A y SBAS DFMC

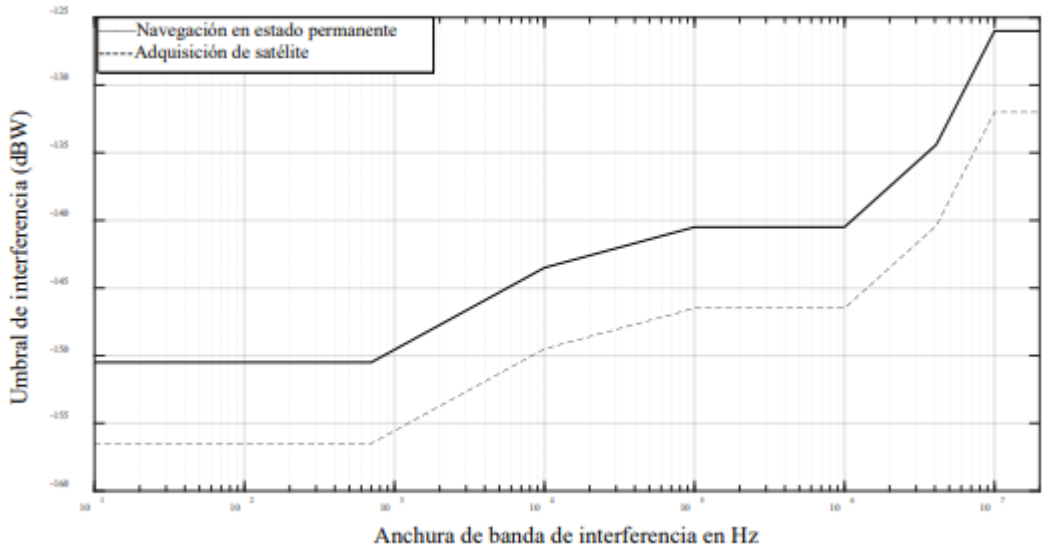


Figura FIG-08A. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptor de señal BDS B1I

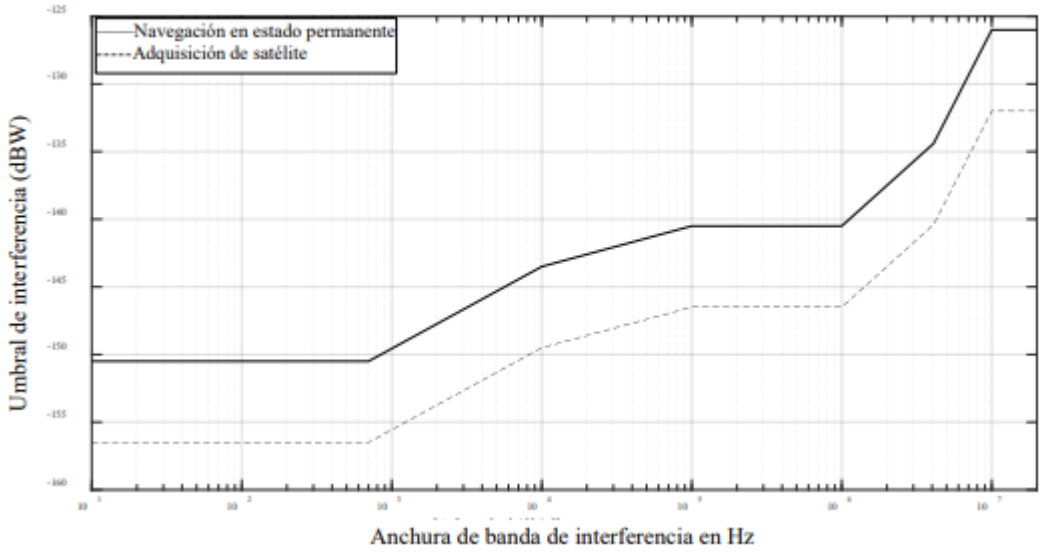


Figura FIG-08B. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptor de señal BDS B1C

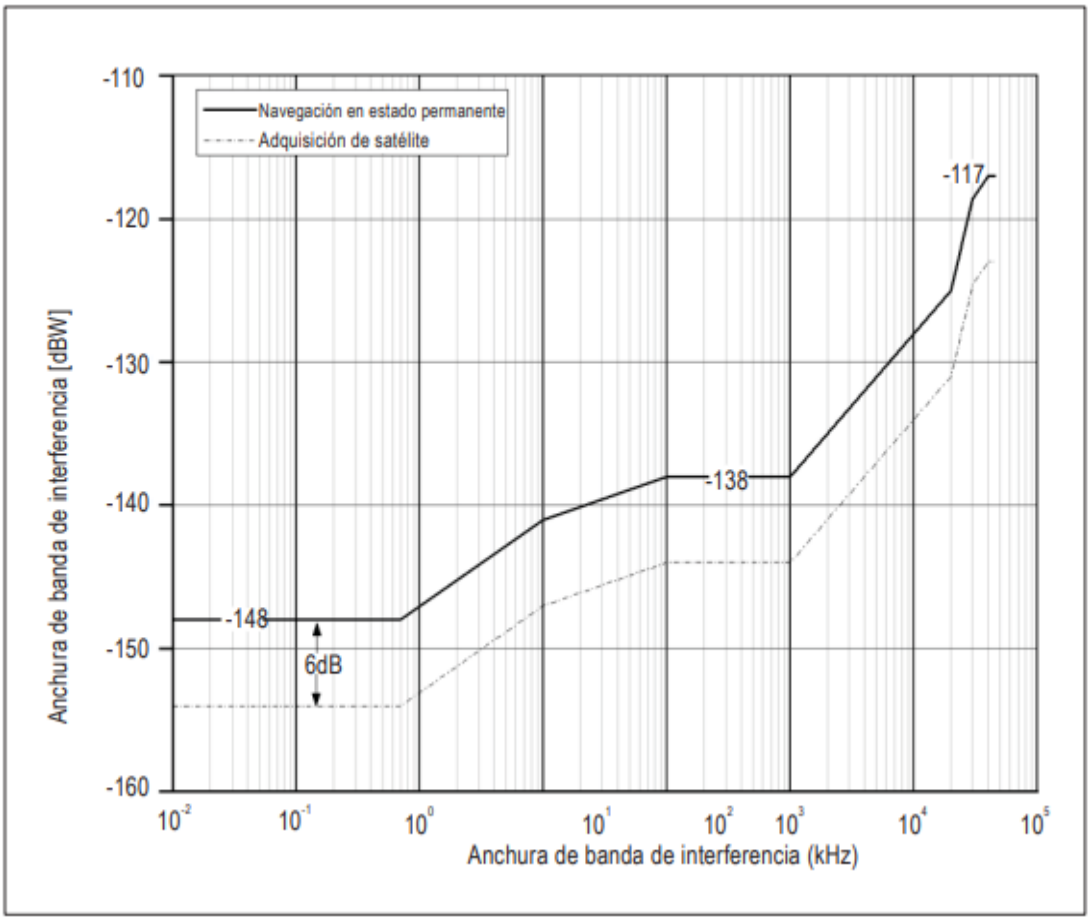


Figura FIG-08C. Umbrales de interferencia en función de la anchura de banda para receptor de señal BDS B2a