



OACI

Normas y métodos
recomendados internacionales

Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional

Telecomunicaciones aeronáuticas

Volumen VI

Sistemas y procedimientos de comunicación relacionados con el enlace C2 de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia

Primera edición, julio de 2021



La primera edición del Anexo 10, Volumen VI, fue adoptada por el Consejo el 1 de marzo de 2021 y será aplicable a partir del 26 de noviembre de 2026.

Véase en el Preámbulo la información relativa a la aplicación de las normas y métodos recomendados.

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL



OACI

Normas y métodos
recomendados internacionales

Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional

Telecomunicaciones aeronáuticas

Volumen VI

Sistemas y procedimientos de comunicación relacionados con el enlace C2 de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia

Primera edición, julio de 2021

La primera edición del Anexo 10, Volumen VI, fue adoptada por el Consejo el 1 de marzo de 2021 y será aplicable a partir del 26 de noviembre de 2026.

Véase en el Preámbulo la información relativa a la aplicación de las normas y métodos recomendados.

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

Publicado por separado en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso,
por la ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
999 Robert-Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas
y librerías pueden obtenerse en el sitio web de la OACI: www.icao.int.

Primera edición, 2021

Anexo 10, Telecomunicaciones aeronáuticas
Volumen VI — Sistemas y procedimientos de comunicación relacionados
con el enlace C2 de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia
Núm. de pedido: AN 10-6
ISBN 978-92-9265-468-9

© OACI 2021

Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de ninguna
parte de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su transmisión, de
ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de
la Organización de Aviación Civil Internacional.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Preámbulo	<i>(vii)</i>
Parte I. PROCEDIMIENTOS DE ENLACE C2.....	I-1-1
CAPÍTULO 1. Definiciones	I-1-1
CAPÍTULO 2. Especificaciones	I-2-1
2.1 Generalidades.....	I-2-1
2.2 Alcance del apoyo.....	I-2-1
2.3 Provisión de servicios	I-2-1
2.4 Zona de servicio de enlace C2	I-2-2
CAPÍTULO 3. Procedimientos	I-3-1
3.1 Generalidades.....	I-3-1
3.2 Establecimiento, aseguramiento y terminación del enlace C2	I-3-1
3.3 Establecimiento y aseguramiento de las comunicaciones ATC	I-3-2
3.4 Procedimientos de contingencia y emergencia	I-3-2
3.5 Seguridad	I-3-2
3.6 Dispositivos de visualización.....	I-3-3
3.7 Monitorización	I-3-3
3.8 Registros	I-3-3
Parte II. SISTEMAS DE ENLACE C2	II-1-1
CAPÍTULO 1. Definiciones (<i>En preparación</i>).....	II-1-1
CAPÍTULO 2. Generalidades	II-2-1
2.1 Descripción del sistema.....	II-2-1
2.2 Espectro.....	II-2-1
2.3 Características del sistema	II-2-1
2.4 Características de la transmisión de datos.....	II-2-2
2.5 Adquisición y seguimiento de la señal (<i>En preparación</i>)	II-2-3
2.6 Acceso prioritario y preferente (<i>En preparación</i>).....	II-2-3
2.7 Requisitos de performance	II-2-3
2.8 Interfaces del sistema (<i>En preparación</i>)	II-2-3
2.9 Registros (<i>En preparación</i>).....	II-2-3
2.10 Proveedores de servicios de comunicaciones de enlace C2 (C2CSP).....	II-2-3

	<i>Página</i>
CAPÍTULO 3. Sistemas FSS (<i>En preparación</i>)	II-3-1
CAPÍTULO 4. Sistemas SATCOM en banda C (<i>En preparación</i>).....	II-4-1
CAPÍTULO 5. Sistemas terrestres en banda C (<i>En preparación</i>).....	II-5-1
CAPÍTULO 6. Sistemas a bordo autoorganizados (<i>En preparación</i>).....	II-6-1

PREÁMBULO

Antecedentes

Las normas y métodos recomendados relativos a las telecomunicaciones aeronáuticas fueron adoptados inicialmente por el Consejo el 30 de mayo de 1949 de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Chicago, 1944), con la designación de Anexo 10 al Convenio. Surtieron efecto el 1 de marzo de 1950. Las normas y métodos recomendados se basaron en recomendaciones del Departamento de comunicaciones durante su tercer período de sesiones celebrado en enero de 1949.

Hasta la séptima edición inclusive, el Anexo 10 se publicó en un solo volumen que contenía cuatro partes con sus correspondientes adjuntos: Parte I — Equipo y Sistemas; Parte II — Radiofrecuencias; Parte III — Procedimientos; y Parte IV — Abreviaturas y códigos.

En virtud de la Enmienda 42 se suprimió del Anexo la Parte IV; los códigos y abreviaturas que figuraban en esta parte se trasladaron a un nuevo documento, Doc 8400.

Como consecuencia de la adopción de la Enmienda 44, el 31 de mayo de 1965, la séptima edición del Anexo 10 fue remplazada por una publicación en dos volúmenes: Volumen I (primera edición), que contiene la Parte I — Equipo y sistemas, y la Parte II — Radiofrecuencias; y el Volumen II (primera edición), que contiene los Procedimientos de comunicaciones.

Como consecuencia de la adopción de la Enmienda 70 el 20 de marzo de 1995, el Anexo 10 se reestructuró en cinco volúmenes: Volumen I — *Radioayudas para la navegación*; Volumen II — *Procedimientos de comunicaciones*; Volumen III — *Sistemas de comunicaciones*; Volumen IV — *Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión*; y Volumen V — *Utilización del espectro de radiofrecuencias aeronáuticas*. En virtud de la Enmienda 70, el Volumen III y el Volumen IV se publicaron en 1995 y el Volumen V se publicó en 1996 con la Enmienda 71.

Como resultado de su adopción por el Consejo en la quinta sesión de su 222º período de sesiones el 1 de marzo de 2021, se publicó la primera edición del Anexo 10 — *Telecomunicaciones Aeronáuticas*, Volumen VI — *Sistemas y procedimientos de comunicación relacionados con el enlace C2 de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia*.

En la Tabla A se indica el origen del Anexo 10, Volumen VI, junto con un resumen de los temas principales a que se refieren y las fechas en que el Consejo adoptó este Volumen, las fechas en que surtirán efecto y las de aplicación.

Medidas que han de tomar los Estados contratantes

Notificación de diferencias. Se señala a la atención de los Estados contratantes la obligación que les impone el Artículo 38 del Convenio, en virtud del cual se pide a los Estados contratantes que notifiquen a la Organización cualquier diferencia entre sus reglamentos y métodos nacionales y las normas internacionales contenidas en este Anexo y en las enmiendas del mismo. Se pide a los Estados contratantes que en su notificación incluyan las diferencias respecto a los métodos recomendados contenidos en este Anexo y en las enmiendas del mismo, cuando la notificación de dichas diferencias sea de importancia para la seguridad de la navegación aérea. Además, se invita a los Estados contratantes a que mantengan a la Organización debidamente informada de todas las diferencias subsiguientes, o de la eliminación de cualquiera de ellas notificada previamente. Inmediatamente después de la adopción de cada enmienda de este Anexo, se enviará a los Estados contratantes una solicitud específica para la notificación de diferencias.

También se solicita la atención a los Estados sobre las disposiciones del Anexo 15 relativas a la publicación de diferencias entre sus reglamentos y métodos nacionales y las correspondientes normas y métodos recomendados de la OACI, por medio del servicio de información aeronáutica, además de la obligación que les impone el Artículo 38 del Convenio.

Promulgación de información. El establecimiento, supresión o cambios de instalaciones, servicios y procedimientos que afecten a las operaciones de aeronaves proporcionados de conformidad con las normas, métodos recomendados y procedimientos que se especifican en el Anexo 10, deberían notificarse y efectuarse de acuerdo con lo dispuesto en el Anexo 15.

Uso del texto del Anexo en los reglamentos nacionales. En su resolución del 13 de abril de 1948, el Consejo hizo patente a los Estados contratantes la conveniencia de que, en la medida de lo posible, emplearan en sus propios reglamentos nacionales la misma redacción de las normas de la OACI que son de carácter preceptivo y, además, que indicaran las diferencias respecto a las normas, así como también las demás disposiciones nacionales que tuvieran importancia para la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional. Siempre que ha sido posible, las disposiciones de este Anexo se han redactado de manera que puedan incluirse en las legislaciones nacionales sin variaciones importantes.

Carácter de cada una de las partes componentes del Anexo

Los Anexos constan generalmente de las siguientes partes, aunque no necesariamente, y cada una de ellas tiene el carácter que se indica:

1.— *Texto que constituye el Anexo propiamente dicho:*

- a) *Normas y Métodos recomendados* que el Consejo ha adoptado de conformidad con las disposiciones del Convenio. Su definición es la siguiente:

Norma: Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional y a la que, de acuerdo con el Convenio, se ajustarán los Estados contratantes. En el caso de que sea imposible su cumplimiento, el Artículo 38 del Convenio estipula que es obligatorio hacer la correspondiente notificación al Consejo.

Método recomendado: Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera conveniente por razones de seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea internacional, y a la cual, de acuerdo con el Convenio, tratarán de ajustarse los Estados contratantes.

- b) *Apéndices* con texto que por conveniencia se agrupa por separado, pero que forman parte de las normas y métodos recomendados que ha adoptado el Consejo.
- c) *Definiciones* de la terminología empleada en las normas y métodos recomendados, que no es explícita porque no tiene el significado corriente. Las definiciones no tienen carácter independiente, pero son parte esencial de cada una de las normas y métodos recomendados en que se usa el término, ya que cualquier cambio en el significado de éste afectaría la disposición.
- d) *Tablas y Figuras* que aclaran o ilustran una norma o método recomendado y a las cuales éstos hacen referencia, forman parte de la norma o método recomendado correspondiente y tienen el mismo carácter.

2.— *Texto aprobado por el Consejo para su publicación en relación con las normas y métodos recomendados (SARPS):*

- a) *Preámbulos* que comprenden antecedentes históricos y textos explicativos basados en las medidas del Consejo, y que incluyen una explicación de las obligaciones de los Estados, dimanantes del Convenio y de las resoluciones de adopción, en cuanto a la aplicación de las normas y métodos recomendados.

- b) *Introducciones* que contienen texto explicativo al principio de las partes, capítulos y secciones de los Anexos a fin de facilitar la comprensión de la aplicación del texto.
- c) *Notas* intercaladas en el texto, cuando corresponde, que proporcionan datos o referencias acerca de las normas o métodos recomendados de que se trate, sin formar parte de tales normas o métodos recomendados.
- d) *Adjuntos* que comprenden textos que suplementan los de las normas y métodos recomendados, o incluidos como orientación para su aplicación.

Cláusula de exención de responsabilidad respecto a patentes

Se señala a la atención la posibilidad de que algunos elementos de las normas y métodos recomendados del presente Anexo pueden ser objeto de patentes u otros derechos de propiedad intelectual. La OACI no estará obligada ni asumirá ninguna responsabilidad jurídica por no señalar todas o cualquiera de tales patentes. La OACI no adopta ninguna postura respecto a la existencia, validez, alcance o aplicación de cualesquiera derechos aducidos de patente u otros derechos de propiedad intelectual y no acepta ninguna obligación ni responsabilidad jurídica consiguiente o en relación con los mismos.

Elección de idioma

Este Anexo se ha adoptado en seis idiomas — español, árabe, chino, francés, inglés y ruso. Se pide a cada uno de los Estados contratantes que elija uno de esos textos para los fines de aplicación nacional y demás efectos en el Convenio, ya sea para utilizarlo directamente o mediante traducción a su propio idioma, y que notifique su preferencia a la Organización.

Presentación editorial

Para facilitar la lectura e indicar su condición respectiva, las *Normas* aparecen en tipo corriente; y los *Métodos recomendados* y las *Notas* en letra bastardilla, precedidas de la palabra **Recomendación** y *Nota*, respectivamente.

Al redactar las especificaciones se ha seguido la práctica de utilizar el futuro del verbo cuando se trata de las “Normas” y el auxiliar “debería” en el caso de los “Métodos recomendados”.

Las unidades de medida utilizadas en el presente documento se ajustan al Sistema Internacional de Unidades (SI) especificadas en el Anexo 5 al Convenio sobre Aviación Internacional. En los casos en que el Anexo 5 permite la utilización de unidades opcionales ajenas al SI, éstas se indican entre paréntesis a continuación de las unidades básicas. Cuando se indiquen dos conjuntos de unidades, no debe suponerse que los pares de valores son iguales e intercambiables. No obstante, puede inferirse que se logra un nivel de seguridad equivalente cuando se utiliza exclusivamente uno u otro conjunto de unidades.

Toda referencia hecha a cualquier parte de este documento, identificada por un número, un título o ambos, comprende todas las subdivisiones de dicha parte.

Tabla A. Enmiendas del Anexo 10, Volumen VI

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas(s)</i>	<i>Adoptada Surtió efecto Aplicable</i>
1ª edición	Decimotercera reunión del Grupo de Expertos sobre Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPASP/13)	Normas y métodos recomendados relativos a los “Procedimientos de enlace C2” y los “Sistemas de enlace C2”	1 de marzo de 2021 12 de julio de 2021 26 de noviembre de 2026

NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES

PARTE I. PROCEDIMIENTOS DE ENLACE C2

CAPÍTULO 1. DEFINICIONES

Acuerdo relativo a los servicios (SLA). Convenio entre el C2CSP y el explotador del RPAS que cubre la seguridad operacional, la performance, la zona de servicio y la seguridad de suministro del enlace C2 conforme lo requiere el explotador del RPAS para cumplir las funciones previstas.

Aeronave pilotada a distancia (RPA). Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

Área de cobertura del enlace C2. Área en la cual puede recibirse el servicio de enlace C2, incluida el área donde la QoSD no cumple con la QoSR.

Calidad de servicio (QoS). Todas las características de cualquier entidad que influyen en su capacidad para satisfacer las necesidades declaradas e implícitas.

Calidad del servicio experimentado (QoSE). Declaración en la que se señala la QoS que el piloto o pilota a distancia estima haber recibido.

Calidad del servicio prestado (QoSD). Declaración de la QoS que el C2CSP alcanza o presta al explotador del RPAS.

Calidad del servicio requerido (QoSR). Declaración de los requisitos de QoS del explotador al C2CSP.

Nota.— La QoSR puede expresarse en términos descriptivos (criterios) enumerados en orden prioritario, con los valores de performance preferidos para cada criterio. El C2CSP seguidamente traduce estos criterios en parámetros y mediciones pertinentes para el servicio.

Conmutación. El acto de transferir la trayectoria del enlace de datos activo entre la RPS y la RPA de uno de los enlaces o redes que constituyen el enlace C2 a otro enlace o red del enlace C2.

Enlace C2. Enlace de datos entre la aeronave pilotada a distancia y la estación de pilotaje a distancia para fines de dirigir el vuelo.

Especificación del enlace C2. Performance mínima que el equipo de enlace C2 deberá alcanzar de conformidad con los requisitos de diseño del sistema de aeronavegabilidad correspondiente.

Estación de pilotaje a distancia (RPS). El componente del sistema de aeronave pilotada a distancia que contiene el equipo que se utiliza para pilotar una aeronave a distancia.

Estado de decisión sobre la pérdida del enlace C2. Estado del RPAS en el cual ha ocurrido una interrupción del enlace C2, pero su duración no es más prolongada que el tiempo de decisión sobre la pérdida del enlace C2.

Estado de enlace C2 perdido. Estado del RPAS en el que la performance del enlace C2 se ha deteriorado como resultado de una interrupción del enlace C2 que tiene una duración mayor a la del tiempo de decisión de la pérdida del enlace C2 a un punto tal que ya no es suficiente para permitir que el piloto o pilota a distancia dirija activamente el vuelo de manera operacionalmente segura y oportuna.

Estado nominal de enlace C2. Estado del RPAS en el cual la performance del enlace C2 es suficiente para permitir al piloto o pilota controlar activamente el vuelo de la RPA de forma segura, oportuna y apropiada para el espacio aéreo y las condiciones operacionales.

Interrupción del enlace C2. Toda situación temporal en la cual el enlace C2 no está disponible, no es continuo, tiene muchas demoras o tiene una integridad inadecuada, pero que no ha excedido el tiempo de decisión sobre la pérdida del enlace C2.

Proveedor de servicios de comunicaciones de enlace C2 (C2CSP). Entidad que suministra parte o la totalidad del servicio de enlace C2 para la operación de un RPAS.

Nota.— Un explotador de RPAS también puede ser su propio C2CSP.

Registro del enlace C2. Registro de actividades relacionadas con el enlace C2.

Servicio del enlace C2. Servicio de comunicaciones en el que se proporciona el enlace C2.

Sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS). Aeronave pilotada a distancia, sus estaciones conexas de pilotaje a distancia, los enlaces C2 requeridos y cualquier otro componente según lo especificado en el diseño de tipo.

Tiempo de decisión ante la pérdida del enlace C2. Tiempo máximo que se tiene permitido esperar antes de declarar un estado de enlace C2 perdido durante el cual la performance del enlace C2 no es suficiente para permitir al piloto o pilota a distancia intervenir activamente en el control del vuelo de forma segura, oportuna y apropiada para el espacio aéreo y las condiciones operacionales.

Traspaso. Acción de transferir el control del pilotaje de una estación de pilotaje a distancia a otra.

Zona de servicio del enlace C2. Zona dentro del área de cobertura del enlace C2 en la cual la QoSD del enlace C2 cumple con la QoSR.

CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIONES

2.1 GENERALIDADES

Nota 1.— El enlace C2 es la conexión lógica, independientemente del medio físico por el que se logra, que se utiliza para el intercambio de información entre la estación de pilotaje a distancia (RPS) y la aeronave pilotada a distancia (RPA). Permite al piloto o pilota a distancia manipular los controles de vuelo de la RPS que se envían a la RPA, así como a la RPA informar al piloto o pilota a distancia sobre su estado. El enlace C2 también permite al piloto o pilota a distancia integrar de forma segura el sistema de aeronave pilotada a distancia al entorno operacional de la aviación, las comunicaciones, la navegación y la vigilancia en todo el mundo.

Nota 2. — En el Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) (Doc 10019) se incluyen orientaciones sobre los sistemas y procedimientos relativos al enlace C2.

2.1.1 Toda referencia de tiempo relacionada con el servicio de enlace C2 e indicación de tiempo de la información transmitida por el enlace C2 deberá expresarse en tiempo universal coordinado (UTC).

Nota 1.— Esto no es válido para la indicación interna de tiempo del protocolo de comunicaciones de la red.

Nota 2.— La indicación de tiempo incluye fecha y hora.

2.2 ALCANCE DEL APOYO

2.2.1 El enlace C2 apoyará únicamente las tareas del piloto o pilota a distancia que se requieran para la operación segura y eficiente del RPAS.

Nota.— El Anexo 6 contiene los requisitos para la operación segura del RPAS.

2.2.2 Cuando el enlace C2 incluye apoyo a las tareas del piloto o pilota a distancia requeridas con fines de control del tránsito aéreo (ATC), como la retransmisión de comunicaciones ATC, la performance del enlace C2 deberá alcanzar, de forma segura, la performance que se requiere para ejecutar esas tareas de forma apropiada para los requisitos del espacio aéreo.

Nota 1.— Los requisitos del espacio aéreo varían según la densidad y complejidad del tránsito aéreo, y pueden reflejarse en los requisitos de equipamiento o separación.

Nota 2.— Los medios alternos de comunicaciones entre el piloto o pilota a distancia y el control de tránsito aéreo pueden obviar la necesidad de utilizar el enlace C2 para las comunicaciones ATC.

2.3 PROVISIÓN DE SERVICIOS

2.3.1 El servicio de enlace C2 se utilizará solamente para la transmisión de información relacionada con la operación segura y eficiente del RPAS y se limitará a la información descrita en 2.2.1.

2.3.2 Cada Estado designará una autoridad responsable de documentar y ejecutar el proceso de vigilancia del C2CSP, de conformidad con el Anexo 6.

Nota.— Los detalles sobre las responsabilidades del Estado y del C2CSP en relación con la vigilancia de la provisión del servicio de enlace C2 figuran en el Anexo 6.

2.3.3 El tiempo transcurrido entre la iniciación y la terminación del enlace C2 no excederá el tiempo de vuelo y las operaciones en tierra, más el tiempo necesario para realizar la verificación de la seguridad operacional y de la aviación antes y después del vuelo.

Nota.— El uso eficiente del recurso limitado del espectro de frecuencias requiere que se libere un enlace y se lo ponga a disposición de los demás usuarios cuando no esté en uso.

2.3.4 La especificación del enlace C2 será proporcional a la performance del enlace C2 que se requiere para operaciones seguras.

2.3.5 La QoS_R del enlace C2 será proporcional a la especificación del enlace C2 que se requiere para una operación segura.

2.3.6 La QoS_D del enlace C2 será proporcional a la QoS_R del enlace C2.

2.3.7 Las coordenadas geográficas de la zona de servicio y el tiempo de servicio del enlace C2 estipulados para la utilización operacional del RPAS se validarán y verificarán para garantizar que la zona de servicio del enlace C2 pueda ser utilizada por los destinatarios previstos.

Nota 1.— El Doc 9674 de la OACI contiene los requisitos relativos a la calidad de los datos.

Nota 2.— Los destinatarios previstos pueden ser el piloto o pilota a distancia o las unidades de ATC de que se trate.

2.3.8 El C2CSP implantará un proceso proactivo para prever y atenuar los estados de enlace C2 interrumpido o perdido y lo describirá al explotador del RPAS.

2.3.8.1 El C2CSP notificará al explotador del RPAS cualquier interrupción programada del servicio de enlace C2.

2.3.8.2 Se tomarán medidas para asegurarse de que la interrupción programada del servicio no afecte a ninguna RPA durante ninguna fase del vuelo.

2.3.9 El C2CSP notificará al explotador del RPAS cualquier deterioro no programado del servicio, el tipo de deterioro que se esté experimentando e indicará la duración estimada de dicho deterioro.

2.3.10 Antes de prestar cualquier servicio de enlace C2, el C2CSP demostrará a la autoridad responsable el cumplimiento inicial de las disposiciones contenidas en 2.3.1 y 2.3.3 hasta 2.3.8.

2.4 ZONA DE SERVICIO DEL ENLACE C2

2.4.1 La zona de servicio del enlace C2 será compatible con las zonas de operación previstas (incluidas las zonas de contingencia) para la RPA y la ubicación de todas las RPS que participan en la operación.

2.4.2 La RPA y la RPS permanecerán siempre dentro de la zona de servicio del enlace C2.

2.4.3 **Recomendación.**— Para asegurarse de alcanzar siempre la QoS_R, debería incluirse un margen para tener en cuenta las fluctuaciones de propagación previstas del nivel de la señal recibida (en el caso hipotético más grave) al momento de determinar la zona de servicio del enlace C2.

CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTOS

Nota.— El Anexo 6 estipula que el explotador deberá suministrar, para uso y orientación del personal pertinente, un manual de operaciones con todas las instrucciones e información necesarias para que el personal de operaciones pueda cumplir sus deberes.

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Antes del vuelo, el C2CSP suministrará al explotador del RPAS los medios apropiados para determinar que la QoSD, la seguridad y la zona de servicio del enlace C2 satisfacen los requisitos para la operación segura del vuelo previsto (incluidas las operaciones de contingencia).

3.1.2 **Recomendación.**— *En aquellos casos donde el servicio de enlace C2 puede ser suministrado por más de un enlace, el RPAS debería utilizar el enlace con la QoSD más alta.*

3.2 ESTABLECIMIENTO, ASEGURAMIENTO Y TERMINACIÓN DEL ENLACE C2

3.2.1 Deberán considerarse los principios relacionados con factores humanos en el diseño de la RPS para que el piloto o pilota a distancia pueda controlar el enlace C2 durante el vuelo y prevenir su terminación no intencional.

Nota.— Pueden presentarse situaciones en las cuales sería necesario terminar el enlace C2 durante el vuelo a fin de aumentar el nivel de seguridad operacional del vuelo. Sin embargo, debe evitarse la terminación no intencional.

3.2.2 Se suministrarán los medios técnicos y de procedimiento apropiados al piloto o pilota a distancia para establecer y mantener el enlace C2, incluida la interacción con el C2CSP. Estos medios se documentarán en el manual de operaciones.

3.2.3 Se dará una indicación al piloto o pilota a distancia cuando se haya establecido el enlace C2 entre la RPS y la RPA y cuando el mismo se haya interrumpido, perdido o terminado.

3.2.4 Durante la planificación del vuelo, se suministrará al piloto o pilota a distancia información sobre cualquier interrupción programada del enlace C2 durante la duración prevista del vuelo.

3.2.5 Se suministrarán al piloto o pilota a distancia los medios para comprobar que el enlace C2 satisface la QoSR como parte de la verificación del RPAS previa al vuelo.

3.2.6 El manual de operaciones incluirá el procedimiento para la conmutación entre los enlaces y las redes que conforman todo el enlace C2.

3.2.7 Antes de realizar una conmutación a otro enlace o red, se suministrará al piloto o pilota a distancia información suficiente sobre la QoSD del enlace o red aceptante para confirmar que cumplirá con la QoSR.

3.2.8 **Recomendación.**— *Deberían reducirse al mínimo las conmutaciones entre enlaces y redes que constituyen el enlace C2 durante el vuelo.*

3.2.9 El manual de operaciones incluirá el procedimiento y la fraseología para el traspaso entre RPS de la provisión del enlace C2.

3.2.10 El procedimiento de traspaso incluirá un informe sobre el nivel de la QoSE del enlace C2 antes de que se inicie el traspaso.

3.2.11 Un traspaso se iniciará solo si la RPS aceptante puede confirmar que su enlace C2 con la RPA alcanza la QoSR requerida para garantizar que el traspaso se logre con éxito.

3.2.12 El RPAS o el piloto o pilota a distancia iniciará la condición de estado de enlace C2 perdido cuando la performance del enlace C2 sea insuficiente para permitir el control activo de la RPA por más tiempo que el tiempo de decisión sobre la pérdida del enlace C2.

3.2.13 La duración del tiempo de decisión sobre la pérdida del enlace C2 se definirá de conformidad con la gestión operacional y los requisitos de seguridad operacional del espacio aéreo.

3.2.14 Sólo el piloto o pilota a distancia terminará el enlace C2 o autorizará su terminación.

3.2.15 El C2CSP no terminará intencionalmente el enlace C2 sin el consentimiento explícito del piloto o pilota a distancia.

3.3 ESTABLECIMIENTO Y ASEGURAMIENTO DE LAS COMUNICACIONES ATC

3.3.1 Las comunicaciones ATC retransmitidas a través de la RPA y el enlace C2 serán congruentes con aquellas definidas para las aeronaves tripuladas.

Nota.— Los procedimientos de comunicaciones ATC contenidos en el Anexo 10 — Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen II — Procedimientos de comunicaciones incluso los que tienen categoría de PANS, y los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM, Doc 4444).

3.3.2 **Recomendación.**— *Deberían evitarse las conmutaciones entre los enlaces y redes que conforman el enlace C2 durante la transferencia de comunicaciones ATC.*

3.4 PROCEDIMIENTOS DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA

3.4.1 Se suministrará al piloto o pilota a distancia toda la información pertinente disponible sobre el estado del RPAS para acelerar la recuperación del enlace C2.

3.4.2 Tras producirse una pérdida del enlace C2, se facilitarán los medios técnicos y de procedimiento para indicar al piloto o pilota a distancia/RPS y la RPA que el enlace se ha restaurado.

3.4.3 Desde el estado de decisión sobre la pérdida del enlace C2, el RPAS regresará al estado nominal del enlace C2 o ingresará al estado de enlace C2 perdido una vez que se haya superado el tiempo de decisión sobre la pérdida del enlace.

3.4.4 Luego de estar en un estado de enlace C2 perdido, se requerirá la intervención del piloto o pilota a distancia para retornar el RPAS al estado nominal del enlace C2, de conformidad con los procedimientos descritos en el manual de operaciones.

3.5 SEGURIDAD

3.5.1 El intercambio de información entre la RPS y la RPA por medio del enlace C2 será suficientemente seguro para prevenir la interferencia no autorizada con el RPAS.

3.5.2 El diseño, el sistema de monitorización y los procedimientos de operación del enlace C2 del RPAS reducirán al mínimo la posibilidad de que se produzca una toma no autorizada del control de la RPA o la RPS durante alguna de las fases operativas.

3.6 DISPOSITIVOS DE VISUALIZACIÓN

- 3.6.1 Los controles, pantallas y otros dispositivos de visualización de la RPS presentarán los datos de forma de reducir al mínimo las posibilidades de error, malinterpretación o malentendido.
- 3.6.2 La información sobre el estado del enlace C2 se presentará al piloto o pilota a distancia.
- 3.6.2.1 Se proporcionará al piloto o pilota a distancia una indicación en tiempo real de la QoSD del enlace C2.

3.7 MONITORIZACIÓN

- 3.7.1 Se implantará un sistema automático de monitorización en la RPA y la RPS que emitirá una alerta al piloto o pilota a distancia si se presenta alguna de las situaciones siguientes durante el período de operación:
- a) la emisión del enlace C2 y/o del enlace de subsistema y/o del C2CSP a la RPS o la RPS ha dejado de funcionar;
 - b) la recepción del enlace C2 y/o del enlace de subsistema y/o del C2CSP de la RPA o la RPS ha dejado de funcionar;
 - c) la transmisión de la cantidad de información requerida para un control seguro de la aeronave ha caído por debajo del nivel especificado por el titular del certificado de tipo;
 - d) se ha producido una interrupción del enlace C2; o
 - e) la QoSD del enlace C2 se ha degradado y caído por debajo de la QoSR declarada.
- 3.7.2 El sistema de monitorización enviará una alerta al piloto o pilota a distancia en caso de falla del sistema de monitorización propiamente dicho.

3.8 REGISTROS

- 3.8.1 En cada RPS se llevará un registro escrito o electrónico del enlace C2.
- 3.8.2 El registro comenzará tan pronto como se establezca el enlace C2 y concluirá solo después de terminado el enlace.
- 3.8.3 Únicamente las personas autorizadas y de turno asentarán entradas en el registro de la RPS.
- Nota.— Las personas de turno autorizadas pueden ser los pilotos o pilotas a distancia o cualquier otra persona que tenga conocimiento de hechos relacionados con la entrada.*
- 3.8.4 Todas las entradas serán completas, claras, correctas e inteligibles. No se harán marcas o anotaciones innecesarias en el registro.
- 3.8.5 En los registros escritos, toda corrección estará a cargo de la persona de turno autorizada.
- 3.8.5.1 Las correcciones incluirán las iniciales de quien hace la entrada, la fecha del asiento y una justificación, para asegurar la trazabilidad.
- 3.8.6 La persona de turno autorizada ingresará la siguiente información en los registros:
- a) nombre de la persona de turno autorizada a cargo del registro;

- b) identificación de la RPS;
- c) fecha;
- d) hora de apertura y cierre de la RPS;
- e) hora de establecimiento y terminación del servicio del C2CSP;
- f) hora de establecimiento y terminación del enlace C2;
- g) QoSE de los enlaces y redes utilizados;
- h) razón de la conmutación de enlaces y redes que conforman el enlace C2;
- i) firma de la persona de turno autorizada;
- j) todo evento de estado de enlace C2 perdido y de decisión sobre la pérdida del enlace C2, ubicación de la RPA con hora del evento y probable causa evaluada cuando sea posible;
- k) toda interferencia perjudicial o importante detectada de la radiofrecuencia, con todos los detalles posibles; y
- l) toda información pertinente para el suministro del enlace C2 que el piloto o pilota a distancia considere valiosa.

3.8.6.1 En el registro, toda información sobre el tiempo utilizará la referencia UTC, y toda información geográfica utilizará la referencia WGS-84.

3.8.7 Los mensajes del enlace C2 relacionados con la gestión de dicho enlace se registrarán electrónicamente en la RPA y en cualquier RPS que esté controlando la RPA.

3.8.8 El registro del mensaje de gestión del enlace C2 se conservará durante al menos 30 días luego de concluido el vuelo. Si es pertinente para la investigación de un accidente o incidente, el registro se conservará por un plazo más largo hasta que resulte evidente que ya no se requiere.

3.8.9 La RPA llevará un registro electrónico que ha de grabar automáticamente toda información descrita en 3.8.1 a 3.8.8 que esté a su disposición.

3.8.10 La RPA llevará un registro electrónico de grabación automática de todas las comunicaciones ATC/piloto o pilota a distancia recibidas o transmitidas vía voz o datos, si se retransmiten a través de la RPA.

3.8.11 La RPS llevará un registro electrónico de grabación automática de todas las comunicaciones ATC/piloto o pilota a distancia recibidas o transmitidas vía voz o datos.

PARTE II. SISTEMAS DE ENLACE C2

CAPÍTULO 1. DEFINICIONES

En preparación

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1.1 El sistema de comunicaciones del RPAS incluirá los siguientes sistemas:

2.1.1.1 Un sistema de comunicaciones para apoyar las comunicaciones externas del RPAS dedicadas a funciones de requisitos del espacio aéreo;

2.1.1.2 Un sistema de comunicaciones del enlace C2 para apoyar las comunicaciones internas del RPAS, que incluya como mínimo:

- a) una interfaz con la RPS;
- b) una interfaz con la RPA;
- c) un transmisor ubicado en la RPS que se comunique con un receptor ubicado en la RPA; y
- d) un transmisor ubicado en la RPA que se comunique con un receptor ubicado en la RPS.

Nota 1.— El sistema de comunicaciones entre la RPS y la RPA del enlace C2 puede comprender uno o más enlaces de comunicaciones diferentes y puede ser suministrado por uno o más C2CSP.

Nota 2.— El sistema de comunicaciones del enlace C2 puede comprender uno o más enlaces y sistemas en tierra y/o a bordo y/o por satélite.

2.1.2 El RPAS tendrá un sistema de detección de estado de enlace C2 perdido diseñado con un nivel de aseguramiento apropiado para la operación prevista.

2.2 ESPECTRO

2.2.1 El sistema de enlace C2 del RPAS se operará únicamente en bandas de frecuencia debidamente adjudicadas y protegidas por el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

2.2.2 La planificación de la asignación de frecuencias para el sistema de enlace C2 se diseñará de forma que quede inmune ante cualquier interferencia perjudicial y no cree interferencias perjudiciales.

Nota.— El Manual de orientación sobre el sistema de enlace C2 contiene disposiciones sobre la planificación de la asignación de canales de frecuencias internacionales.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

2.3.1 El sistema de enlace habilitará a la RPA para asegurarse de que pueda ser controlada sin ambigüedades y en todo momento por una RPS.

2.3.2 El período total de radiación de los transmisores del sistema de enlace C2 será lo más corto posible, dada la necesidad de evitar la saturación del espectro y limitar la interrupción del enlace C2.

2.3.3 Los transmisores de radiofrecuencia del sistema de enlace C2 no radiarán más potencia de la necesaria para alcanzar la especificación del enlace C2.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS

2.4.1 La secuenciación de los mensajes del sistema de enlace C2 se basarán en criterios de prioridad.

2.4.2 En la gestión de la secuenciación de los mensajes del sistema de enlace C2 se incluirá un sello con la indicación de fecha y hora.

2.4.3 El orden de prioridad de la transmisión de información entre la RPS y la RPA será el siguiente:

- a) mensajes de control de vuelo y configuración de la RPA;
- b) mensajes de alta prioridad relativos a detección y evitación (DAA);
- c) comunicaciones de tránsito aéreo, incluidos mensajes de socorro y urgencia;
- d) mensajes de teled medida relativos a la seguridad del vuelo, incluidos los mensajes DAA de baja prioridad;
- e) otros mensajes sobre seguridad del vuelo;
- f) mensajes ordinarios de teled medida;
- g) mensajes de servicios de tránsito aéreo distintos de las comunicaciones ATC; y
- h) otros mensajes.

Nota 1.— El orden de prioridad indicado es para la transmisión de información por medio del enlace C2. El orden de prioridad de los mensajes que transmiten los sistemas de comunicaciones distintos del enlace C2 seguirá siendo el indicado en el Anexo 10, Volumen II, Capítulo 4, y Volumen III, Parte I, Tabla 3-1.

Nota 2.— Los mensajes de socorro y urgencia se definen en el Anexo 10, Volumen II, sección 5.3.1.1.

2.5 ADQUISICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SEÑAL

En preparación

2.6 ACCESO PRIORITARIO Y PREFERENTE

En preparación

2.7 REQUISITOS DE PERFORMANCE

2.7.1 La QoSD del sistema de enlace C2 será suficiente para cumplir con los requisitos operacionales y de performance del servicio ATC en las zonas de operación previstas y de contingencia de la RPA.

Nota.— Estos requisitos incluyen la performance de comunicación requerida (RCP), la performance de vigilancia requerida (RSP) y la performance de navegación requerida (RNP), según corresponda.

2.8 INTERFACES DEL SISTEMA

En preparación

2.9 REGISTROS

En preparación

2.10 PROVEEDORES DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES DE ENLACE C2 (C2CSP)

2.10.1 El explotador del RPAS concluirá un acuerdo relativo a los servicios (SLA) con uno o más C2CSP para la provisión del servicio de enlace C2.

Nota 1.— Se requiere un SLA incluso cuando el explotador es su propio C2CSP.

Nota 2.— El SLA define la relación entre las dos partes y sus respectivas responsabilidades de conformidad con las siguientes normas.

2.10.2 El C2CSP se asegurará de que la QoSD cumple con la QoS_R en todo momento.

2.10.2.1 El C2CSP conducirá, con los explotadores del RPAS, la monitorización de interferencias en tiempo real, la estimación y la predicción de riesgos de interferencia y la planificación de soluciones ante posibles situaciones hipotéticas de interferencia perjudicial bajo la supervisión de la autoridad competente.

2.10.3 Los C2CSP, los explotadores del RPAS y las autoridades competentes actuarán de inmediato cuando se requiera su atención ante cualquier interferencia perjudicial.

2.10.4 El C2CSP contará con recursos calificados y la documentación adecuada que permitirán a las autoridades competentes llevar a cabo su vigilancia.

2.10.5 Proveedores de servicios de comunicaciones C2 en tierra

2.10.5.1 El equipo RPAS en tierra operará en un espectro de frecuencias adjudicadas conforme a lo descrito en el Anexo 10, Volumen V, Capítulo 5, sección 5.2.

2.10.6 Proveedores de servicios de comunicaciones C2 por satélite

2.10.6.1 El equipo de satélite del RPAS operará en un espectro de frecuencias adjudicadas conforme a lo descrito en el Anexo 10, Volumen V, Capítulo 5, sección 5.1.

2.10.6.2 Los SLA entre los C2CSP por satélite y los explotadores del RPAS se asegurarán de que una vez que la red de satélite ha realizado satisfactoriamente la coordinación, lo que garantiza el nivel de protección necesario para asegurar la QoSD general del enlace C2, el nivel de protección no disminuya a causa de acuerdos subsiguientes de coordinación por satélite.

2.10.6.3 Los SLA entre los C2CSP por satélite y los explotadores del RPAS se asegurarán de que los C2CSP por satélite actúen inmediatamente cuando se requiera su atención ante cualquier interferencia perjudicial.

2.10.6.4 El C2CSP por satélite será responsable de garantizar que una vez que la red de satélite ha realizado satisfactoriamente la coordinación, se sigan cumpliendo las especificaciones del enlace C2 tras la conclusión de acuerdos subsiguientes entre explotadores de satélites.

CAPÍTULO 3. SISTEMAS FSS

En preparación

CAPÍTULO 4. SISTEMAS SATCOM EN BANDA C

En preparación

CAPÍTULO 5. SISTEMAS TERRESTRES EN BANDA C

En preparación

CAPÍTULO 6. SISTEMAS A BORDO AUTOORGANIZADOS

En preparación

— FIN —

ISBN 978-92-9265-468-9



9

789292

654689