



REPUBLICA DE CUBA

**Manuales**  
**Aeronáuticos**  
**Cubanos**

**ENSAYOS DE ACTUACION DE LOS  
SISTEMAS DE VIGILANCIA  
AERONAUTICOS**

INSTITUTO DE AERONAUTICA CIVIL DE CUBA

IACC



# **ENSAYOS DE ACTUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA AERONAUTICOS**

**TERCERA EDICIÓN - ENERO 2023**

**INSTITUTO DE AERONÁUTICA CIVIL DE CUBA**



Detalle de Enmiendas al MAC			
MANUAL DE ENSAYOS DE ACTUACION RADAR			
Enmienda	Origen	Temas	Aprobado
1 <sup>ra</sup> Edición	Interés nacional como parte de la mejora continua.	–Aprobación del Manual de Ensayos de Actuación Radar.	Diciembre/2006
2 <sup>da</sup> Edición	Interés nacional como parte de la mejora continua.	–Revisión y Actualización de las normativas aeronáuticas referidas al tema con el objetivo de atemperarlas a la actualidad.	Mayo/2010
3 <sup>ra</sup> Edición	Doc.8071 de la OACI, Volumen III: " Manual sobre Ensayo de Radioayudas para la Navegación. Ensayo del sistema radar de vigilancia".	–Cambios en los párrafos donde se refieren a Ensayos en Vuelo, tipo y cantidad de pruebas a ejecutar en los Ensayos de Actuación. –Se le dio una mayor precisión a las acciones y los tiempos en que deben ser ejecutadas.	Instrucción 2 9/01/2023

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
OBJETIVOS.....	2
GENERALIDADES.....	2
ENSAYOS DE ACTUACION DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA .....	4
PROCESO DE CERTIFICACION.....	13
CERTIFICADOS DE UTILIZACION.....	14
RECERTIFICACIÓN.....	16
APENDICE 1 - ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS.....	18
Anexo 1 - ORIENTACIÓN MAGNÉTICA.....	19
Anexo 2 - CONO DE SILENCIO RADAR DE VIGILANCIA.....	20
Anexo 3 - PRUEBA DE COBERTURA DE RUTAS Y AEROVÍAS.....	21
Anexo 4 - PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DE LA POSICION RADAR .....	22
Anexo 5 - PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DE LA POSICION ADS-B y MLAT.....	23
Anexo 6 - REGISTRO DE CERTIFICACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA AERONÁUTICA.....	24
BIBLIOGRAFIA.....	25

## **1. OBJETIVOS**

1.1 El objetivo de este documento es constituir una guía de obligatorio cumplimiento para la Empresa Cubana de Servicios Aeronáuticos (ECNA), en su carácter de proveedor de servicio de vigilancia en el Sistema de la Aviación Civil de Cuba. De igual forma, establecer la coordinación y ejecución de programas de pruebas que permitan verificar y certificar, por parte de la Dirección de Aeronavegación del IACC, el cumplimiento de los requisitos de actuación de los diferentes sistemas de vigilancia del país.

## **2. GENERALIDADES**

2.1 El Sistema de Vigilancia ATS en Cuba se basa en la utilización de Radares Secundarios (SSR), Sistemas de Vigilancia Dependiente Radiodifundida (ADS-B) y Sistemas de Multilateración (MLAT), para la prestación de los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS), con el fin de garantizar la seguridad y fluidez de los vuelos en ruta y aeropuertos; esto incluye la posibilidad de compartir datos para la vigilancia del espacio aéreo con los estados de adyacentes, donde se tenga esta posibilidad, o la instalación de nuevos equipos en lugares remotos donde el volumen de tráfico lo haga necesario.

2.2 Ordinariamente un sistema de radar secundario de vigilancia (SSR) consta de los siguientes elementos:

2.4.1 Una antena SSR mecánicamente rotatoria.

2.4.2 Un sistema interrogador/respondedor del SSR.

2.4.3 Un equipamiento SSR (particularmente en equipos SSR por monoimpulsos) el receptor, el procesamiento de video intermedio y el extractor de trazas podrán constituir una unidad común.

2.4.4 Podrá también aplicarse el procesamiento de vigilancia como parte del sistema de sensores. De este modo se procesan las trazas de todos los sistemas de vigilancia para ejecutar funciones tales como la identificación y rechazo de trazas o reflexiones falsas, para ayudar en la resolución de trazas que han sido objeto de distorsión en derrotas cruzadas o en el rastreo para obtener la velocidad con respecto al suelo, el rumbo o cambios en la velocidad vertical de ascenso o descenso. El procesamiento de vigilancia es una parte esencial de un sistema en Modo S.

2.4.5 Normalmente la estación radar está equipada con una pantalla de representación con dispositivo monitor para la visualización de los datos radar (aeronaves), la cual es capaz de representar tanto los datos radar de forma analógica (video bruto), como los datos digitalizados a diversos niveles del sistema radar.

2.4.6 El sistema de antenas está montado en un engranaje de giro de larga vida útil y alta fiabilidad dotado de un sistema impulsor. El engranaje de giro incluirá un codificador digital de 12 o 14 bits para determinar con precisión la dirección a que apunta la antena.

2.4.7 En una estación radar existirá un sistema de monitoreo y control (RCMS) integrado que permitirá la supervisión de todos los elementos importantes del sistema, ordinariamente mediante técnicas de presentación visual y teclado. La función de RCMS está frecuentemente integrada al BITE (Built In Test Equipment) de cada elemento del sistema.

2.4.8 El medio de transmisión de datos dependerá de la distancia a que hayan de transmitirse los datos, de la velocidad requerida y de las instalaciones de comunicaciones disponibles. Para que haya una mayor disponibilidad de sistemas, podrá duplicarse el medio de transmisión de datos.

2.4.9 Asociado al emplazamiento, pero a una distancia conveniente del mismo, deberá existir un dispositivo monitor de campo lejano (Respondedor de Control) para el SSR. Este es básicamente un sistema de transpondedor de aeronave adaptado al uso de tierra y se utiliza para verificar la alineación geográfica del SSR y también, en algunos casos, como verificación activa de la eficiencia de actuación del SSR, el cual también se conoce como parrot (position adjustable range reference orientation).

2.5 Aplicaciones de sistemas radar.

### 2.5.1 Radar SSR de Vigilancia de Aeropuerto.

2.5.1.1 El SSR tendrá un alcance de 60 millas náuticas en la horizontal y desde la superficie hasta un punto definido en la vertical; su velocidad de rotación es aproximadamente de 12 a 15 revoluciones por minuto (RPM), de manera que el controlador tiene una repetición de la información de la aeronave a intervalos promedio de 4 segundos, lo cual permite mantener una observación casi continua del tránsito.

2.5.1.2 Su diseño es muy adecuado para la prestación del servicio de control de aproximación en los aeropuertos situados dentro de un radio de 20 millas de la antena.

### 2.5.2 Radar SSR de Vigilancia en Ruta.

2.5.2.1 Normalmente tiene una cobertura vertical mayor a 20,000 pies y, dependiendo de la velocidad de rotación, tipo de antena, frecuencia de recurrencia, etc., se podrán lograr alcances mayores a 200 millas náuticas, con lo cual los Centros de Control de Tránsito Aéreo tienen la posibilidad de observar casi todo el espacio aéreo sobre el cual tienen jurisdicción.

2.5.2.2 Los sistemas radar automatizados, con la función multiradar (multitracking) o mosaico radar, permiten visualizar en una sola unidad ATS a todas las aeronaves que se encuentren volando en espacios aéreos con cobertura radar proveniente de diferentes instalaciones; estas señales se transmiten por diferentes vías como el cable telefónico, la fibra óptica y/o modem, según las características y necesidades técnicas lo permitan.

2.5.2.3 En el caso de la presentación en mosaico, el centro de la pantalla podrá corresponder a un punto diferente que no es precisamente el centro de una instalación de antena radar el cual es conocido como centro de sistema y que se selecciona de acuerdo a las necesidades operativas para aprovechar al máximo la cobertura que nos ofrece un sistema automatizado con multitracking.

2.5.2.4 Debido a que las antenas no giran de forma sincronizada, el posicionamiento de las informaciones de detección de las aeronaves se reportan en diferentes tiempos. Con el uso de la característica de multitracking se podrá presentar el problema de tener dos respuestas o detecciones de aeronaves al mismo tiempo; por lo tanto, a manera de resolver esta irregularidad, las informaciones de datos radar son sometidas a un nuevo procesamiento que permite la sincronización de las mismas y que a la vez cancela la duplicidad en las etiquetas.

### 2.6 El Sistema de Vigilancia Dependiente Automática /ADS (Automatic Dependent Surveillance).

2.6.1 Permite aumentar significativamente la detección en áreas donde los sistemas de vigilancia radar tienen cobertura limitada, con el consecuente incremento de la capacidad de vigilancia, mediante el enlace de datos aire-tierra.

2.7 Al tener menor tiempo de actualización de la información, el uso del ADS, facilita la reducción de los mínimos de separación, mejora la seguridad del vuelo y permite una mejoría de los perfiles de vuelo solicitados por los usuarios. Aun cuando al ADS será de una aplicación primaria en el ATS, a largo plazo también tendrá efectos sobre la Administración del Flujo de Tránsito Aéreo (ATFM) y en la Administración del Espacio Aéreo (ASM).

2.8 El Modo S, es un elemento integral en los sistemas de vigilancia que sirve para cubrir las necesidades de comunicación aire-aire, aire-tierra y en la superficie de los aeropuertos, por enlace de datos. Tiene una gran capacidad para la prestación del Servicio de Control de Tránsito Aéreo; transmisiones eficientes y globales para el ADS y ADS-B de vigilancia compartida donde se tenga disponibilidad de cobertura; y para maniobras de coordinación operacional entre equipos ACAS a bordo de las aeronaves, con el fin de evitar colisiones.

2.9 En las diferentes aplicaciones de vigilancia a corto plazo se prevé utilizar la transmisión /enlace de datos digitalizados; y a largo plazo, se planea evolucionar hacia sistemas de vigilancia integrados con todos los elementos que en ella puedan intervenir.

2.10 Para proporcionar el Servicio de Vigilancia Radar, una posición de trabajo del ACC (Centro de Control de Área), cuenta con una pantalla de alta definición para la visualización de todas las aeronaves dentro del alcance de detección, en la que se representan una serie de mapas almacenados o videomapas que muestran radioayudas, rumbos, marcas de identificación, etc., y un teclado de funciones que cuenta con un cursor (mouse o rolling ball) con el cual se podrá determinar la posición exacta de una aeronave y proporcionar al piloto rumbos que le permitan navegar hacia un aeropuerto u otro punto sin tener que utilizar otras radioayudas. Normalmente, esta representación se podrá desplazar en cualquier dirección según lo requiera el controlador para realizar sus funciones de una manera efectiva.

### **3. ENSAYOS DE ACTUACION DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA**

#### **3.1 Objetivos**

3.1.1 El objetivo de los ensayos de actuación es evaluar el cumplimiento de los requisitos técnico-operacionales de los sistemas de vigilancia.

3.1.2 La metodología que aquí se propone se basa en la adecuación a las condiciones de nuestro país y de la técnica radar con que contamos del Doc. 8071 de la OACI, Volumen III: "Manual sobre Ensayo de Radioayudas para la Navegación. Ensayo del sistema radar de vigilancia". Esta primera parte estará dirigida solamente a establecer la metodología de ensayo de los radares secundarios.

3.1.3 Los requisitos operacionales determinan el volumen del espacio aéreo a través del cual se requiere información radar y podrán dar lugar a la necesidad de una cobertura volumétrica distinta en diferentes sectores de azimut, si en el sistema han de incluirse funciones para el espacio aéreo superior y para las fases en ruta y de aproximación.

3.1.4 En los ensayos de actuación radar se establecerá la actuación del sistema y su capacidad de satisfacer con eficacia todos los requisitos operacionales. Los ensayos periódicos de actuación permitirán asegurarse que el sistema actúa a un nivel óptimo.



3.1.5 Los ensayos en fábrica y parte de los ensayos de aceptación en el emplazamiento, dependen firmemente de la técnica utilizada por los diversos fabricantes. Por consiguiente, deberán ejecutarse los ensayos en base a la información proporcionada por el fabricante en cuestión.

3.2 Parámetros de actuación radar a medir.

3.2.1 Sensibilidad del receptor: La sensibilidad del receptor en tierra deberá ser no menor de menos 129 dB/W a la frecuencia de 1090 MHz.

3.2.2 Ancho de banda del receptor: Tiene que ser suficiente para reproducir fielmente la forma de onda de los impulsos recibidos de un transpondedor que esté trabajando con la eficiencia óptima, lo que implica un ancho de banda de 9 MHz o mayor.

3.2.3 Salida de video del receptor: La relación de señal ruido a la salida será 10:1 o mejor.

3.2.4 Regulación diferencial de la ganancia del receptor: La magnitud de la regulación diferencial de la ganancia deberá determinarse experimentalmente para que se obtengan los mejores resultados en determinado emplazamiento e influye decisivamente en la supresión de los lóbulos laterales.

3.2.5 Efectos espurios: La salida del receptor del interrogador hacia el equipo de procesamiento consistirá en señales de video "limpias".

3.2.6 Potencia del transmisor: La potencia de salida del transmisor se mide en la base del alimentador que conduce al sistema de antena. Para calcular la potencia radiada efectiva es necesario que se conozcan o se midan previamente las pérdidas del alimentador de antena y la ganancia hacia delante de la antena. El valor de la potencia radiada efectiva no deberá exceder el límite aprobado por OACI de 52.5 dBW.

3.2.7 Forma de los impulsos transmitidos: El tiempo de aumento de cada impulso deberá estar comprendido entre 0.05 microsegundos y 0.1 y el tiempo de disminución entre 0.05 y 0.2 microsegundos.

3.2.8 Espaciado entre impulsos transmitidos: Deberán cumplir el intervalo correspondiente al modo que se utilice +/- 0.2 microsegundos entre los impulsos P1 y P3 y un intervalo de 2 +/- 0.15 microsegundos entre los impulsos P1 y P2. Ambos requisitos deberán satisfacerse, pero hay que tener en cuenta que si el espaciado entre P1 y P2 no se cumple, esto repercute gravemente en el trabajo de los circuitos SLS de los transpondedores.

3.2.9 Relación de potencia SLS: La relación entre la potencia del transmisor de interrogación y del transmisor de control, medida en los bastidores del equipo después de haber sido radiada por la antena deberá satisfacer los requisitos del Anexo 10 Volumen IV.

3.2.10 Frecuencia de repetición las interrogaciones transmitidas: Deberá estar por debajo del límite de 450 interrogaciones por segundo para todos los modos.

3.2.11 Verificación de equipo doble o reserva: En toda clase de equipo doble se efectuarán las verificaciones hasta aquí descritas.

3.2.12 Alineación de las cabezas radar primario y secundario: El error máximo en azimut entre las cabezas radar primario y secundario no deberá exceder un grado en toda la gama de servicio (Doc. 9684).

3.2.13 Alineación de una cabeza SSR autónoma: Deberá trazarse la posición del emplazamiento del dispositivo monitor y medirse la marcación y la distancia. De este modo,

cuando la aguja del servocontrol esté alineada con la marcación medida, el interrogador deberá apuntar exactamente en la dirección del emplazamiento del monitor. La presencia del dispositivo monitor permite alinear la antena con rapidez y verificarlo continuamente en lo adelante. La alineación geográfica es un prerrequisito para obtener datos precisos y se recomienda supervisar en RTQC (Real Time Quality Control).

3.2.14 Métodos de medición en el emplazamiento del monitor: Recibiendo en el monitor de campo lejano en una antena capaz de estar a 5 metros sobre el terreno y empleando VHF portátiles para la comunicación instantánea entre el emplazamiento y el radar, se podrán extraer las señales en forma de video del receptor del transpondedor y aplicarlas a un osciloscopio. Es necesario incorporar un atenuador a la entrada del transpondedor a fin de reducir las señales recibidas a un nivel equivalente al punto medio de la gama dinámica del receptor del transpondedor.

3.2.15 Equilibrio entre los impulsos de control y de interrogador: se alinea el SSR con la marcación del monitor y se observan las señales detectadas. Con pequeños movimientos en azimut de un lado a otro en torno a esta dirección podrá asegurarse que se trata de la marcación correcta y podrán medirse los niveles de impulsos de control y de interrogador y obtenerse los valores máximos. Seguidamente podrán enmendarse las indicaciones de potencia obteniendo así el diagrama SLS óptimo.

3.2.16 Equipo de procesamiento: Si el respondedor de control cuenta con las funciones suficientes, se utilizará para una verificación completa del sistema. En tal caso, el procedimiento consistiría en verificar:

- a) Cada uno de los modos en servicio;
- b) Códigos representativos para someter a ensayo profundo el equipo de procesamiento;
- c) Detección precisa de códigos de emergencia;
- d) Lectura de notificación de altitud de presión
- e) Detalles de los procedimientos de ensayo en vuelo.

3.2.17 Precisión: La precisión de la posición es aquella por la que el sistema radar proporciona la posición real de la aeronave a determinada hora y se expresa en función del número máximo de errores de posición aceptables, que se clasifican como errores sistemáticos, errores residuales aleatorios y saltos.

3.2.17.1 El análisis de precisión se subdivide en:

3.2.17.1.1 Estimación de errores sistemáticos (error de marcación en tiempo, sesgo de distancia, sesgo de azimut, posición del emplazamiento): En un sistema óptimo, el error sistemático deberá ser igual a la mitad de los valores de la desviación standard del error residual de un radar moderno de aproximación;

3.2.17.1.2 Análisis de los errores residuales (en cuanto a distancia y azimut para cada categoría de datos de trazas, una vez corregidos los errores sistemáticos): Se expresan en función de la desviación standard de la distancia y del error de azimut;

3.2.17.1.3 Análisis de saltos: Constituyen saltos los informes de blancos cuyos errores de posición sean superiores en 1 grado en azimut o 700 metros en distancia. Se expresan como la razón del número de saltos al número de informes de blancos detectados.

3.2.18 Cobertura: La cobertura es un volumen tridimensional del espacio aéreo dentro del cual el sistema satisface los requerimientos de actuación, precisión y resolución de la

detección y podrá expresarse en función de la distancia, azimut y altitud respecto al emplazamiento radar.

3.2.18.1 En el caso de utilizarse el tránsito ocasional para el análisis de cobertura se realizará la observación por un período de 10 a 12 horas para un sistema nuevo monoradar. En este caso, se recomienda mantenerse observando visualmente la salida del radar objeto de ensayo para observar las anomalías a que haya de prestarse mayor atención durante la fase de análisis de los datos y deberá anotarse la configuración en uso y el reglaje de los parámetros.

3.2.18.2 La presentación de los resultados de cobertura deberá ser hecha en gráficos polares y verticales que muestren las actuaciones de detección o una impresión adecuada de la pantalla donde se evidencie la cobertura requerida.

3.2.19 Índice de blancos falsos: El índice de blancos falsos es la razón de trazas falsas al número total de trazas detectadas. Para los cálculos de reflexiones y fenómenos similares se requiere de una traza de referencia o la posición de la trayectoria asociada de la aeronave. Deberán utilizarse en orden de precedencia los siguientes puntos de referencia:

- Posición real de la aeronave en el momento del blanco falso.
- Trazas radares adyacentes en el tiempo al blanco falso procedentes de la trayectoria asociada; y aproximar la posición de la aeronave a partir de una técnica de reconstrucción multiradar.

3.2.20 Alineación geográfica: La alineación geográfica se refiere a la alineación mecánica de la antena con uno o más puntos de referencia arbitrarios, medidos con respecto al Norte verdadero. Son métodos razonables de ensayo la presentación de la distribución de azimut del transpondedor respecto a la referencia conocida y el cálculo de los valores medios y sigma. Estos valores deberán estar dentro de los 5 MAI o ACP (impulsos de cuenta azimutales) si se utiliza la medición en coordenadas polares.

3.2.21 Análisis de detección: Recogerá los distintos tipos de mensaje registrados durante la recopilación de datos y podrá mostrar:

- a) Tablas de cuentas de informe de datos (trazas SSR, trazas PSR, trazas combinadas, mensajes de Norte, promedio de trazas por exploración, etc.)
- b) Tablas en las que se muestran los índices de convalidación de código en modo A y en modo C del SSR.
- c) Gráficos de las trazas por exploración.
- d) Instrumentos de presentación gráfica para visualizar los datos registrados en diagramas horizontal (polar o cartesiano) o vertical (alcance oblicuo, nivel de vuelo).
- e) Otros.

3.2.21.1 La interpretación de estos datos podrán constituir, con un poco de experiencia, una muy buena indicación de si hay o no problemas en el sistema.

3.2.22 Probabilidad de detección (PD): Es la probabilidad de que para determinado blanco dentro del CMV se produzca en cada exploración un informe de blanco radar con datos de posición.

3.2.22.1 Los resultados de análisis de PD solamente podrán interpretarse con confianza y ser comparados entre muestras de datos, si se clasifican los datos del análisis de la misma

forma, por ejemplo, por tipos de tránsito y por áreas geográficas. Los resultados generales en porcentaje son útiles porque dan una indicación general del índice de detección, suponiéndose una alta confianza en los resultados.

**3.2.23 Errores aleatorios:** El análisis de los errores residuales constituye un parámetro importante al determinar las normas de separación radar que puedan aplicarse al radar que se trate. El promedio de los errores residuales deberán corresponder al promedio de los errores sistemáticos. Para la medición de los errores residuales es necesario contar con una posición de referencia respecto a cada informe de blanco. Las técnicas de análisis por computadora permiten una estimación fiable de los errores residuales aplicando muestras representativas del tránsito ocasional. Para este análisis se requerirán de 500 a 1000 trayectorias de 5 minutos cada una, luego de haber corregido los errores sistemáticos que pudieran existir en las trazas.

**3.2.24 Errores sistemáticos:** Son también conocidos como errores de sesgo o errores correlacionados, en posición y en el tiempo, de la posición de un blanco notificada por el radar. La corrección de los errores sistemáticos es esencial en un sistema multiradar si los datos de los radares respectivos han de estar correlacionados en tiempo y en posición.

**3.2.24.1.1** El método establecido para calcular los errores de sesgo consiste en reiterar los cálculos de los errores respecto a un número elevado de trayectorias a las que se extiende la cobertura de los radares del sistema. Después de procesados un número suficiente de trayectorias, los errores deberán converger a un valor de estado permanente y entonces, introducir este valor calculado a cada radar del sistema para corregir la hora y posición de cada traza.

**3.3** Cifras ordinarias de actuación general para SSR de ventana deslizante.

**3.3.1** Las cifras de actuación para las características de calidad de los datos radar (RDQC) pierden su validez si no se definen claramente las condiciones de medición, los procedimientos de evaluación y las referencias. La tabla que a continuación se presenta sirve de orientación general para las mediciones.

<b>Grupo de Parámetros</b>	<b>Características de calidad de los datos radar</b>	<b>Cifras ordinarias</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Estadísticas absolutas</b>	PD SSR	90-95%	Referencia de los blancos
	Probabilidad de combinación PSR/SSR	80-90%	Relativa al SSR.
	Probabilidad de convalidación de código Modo 3/A	85-95%	Referencia absoluta
	Probabilidad de convalidación de código Modo C	83-92%	Referencia absoluta
	Número de trazas falsas por exploración (reflexiones)	1-3	
	Por trazas extendidas	0-1	

	Tamaño de brechas entre trazas SSR (promedio)	1.5- 2	Trazas
<b>Errores Sistemáticos</b>	Sesgo de azimut	0.1- 0.15 °	Valor Medio
	Sesgo de distancia	50-100 m	Valor Medio
	Error de distancia a la distancia máxima	300-400 m	Valor Máximo
	Error de colimación PSR/SSR	0.1-0.15°	No Corregido
<b>Tiempo</b>	Tiempo de procesamiento de trazas por distribución (valor medio)	0.8 – 1 seg.	
	(valor máximo)	< 2 seg.	
	Tiempo de transmisión de mensaje (radar- pantalla) (Valor máximo)	< 0.25 seg.	
<b>Precisión/ Resolución</b>	Error de azimut SSR (sigma)	0.2- 0.3°	Desviación Standard
	Error de distancia SSR (sigma)	70- 130 m	Desviación Standard
	Resolución SSR (distancia)	750- 6740 m	
	Resolución SSR (azimut)	3.6° - 7.5°	
	Error de posición del emplazamiento radar	100- 200 m	Referencia Satélite

### 3.4 Parámetros de actuación de sistemas de vigilancia

Los parámetros de un sistema de vigilancia aeronáutica que contribuyen a la calidad del servicio para el control del tránsito aéreo, son definidos por el tipo de información, la cobertura, la exactitud, la disponibilidad, la fiabilidad, la continuidad, la tasa de actualización, la integridad (sistema) y la integridad (datos) y ellos se encuentran documentados en “Manual de Vigilancia Aeronáutica” de la OACI (Doc 9924 epígrafe 4.2).

Debido a las condiciones cambiantes del entorno (nuevos obstáculos, degradación de los componentes, propagación de la onda electromagnética, etc.) donde operan estos sistemas, los requerimientos técnicos deben ser verificados antes que el sistema sea puesto en servicio operacional y después continuar esta verificación de forma periódica. ([2] Sección I epígrafe 3.3 y 4.1 y Doc 9924 epígrafe 4.3.3)

### 3.4.1 Parámetros de actuación ADS-B a medir.

El sistema de vigilancia por ADS-B (Vigilancia Dependiente Automática - Radiodifusión) es una tecnología de vigilancia cooperativa, medio por el cual las aeronaves, los vehículos de aeródromo y otros objetos pueden transmitir y/o recibir, periódicamente en forma automática, datos como identificación, posición y datos adicionales, según corresponda, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos. La información puede ser recibida por las estaciones terrestres de control de tráfico aéreo como un reemplazo para el radar secundario ya que no necesita recibir una señal desde tierra para emitir. También puede ser recibida por otras aeronaves para proporcionar conocimiento de la situación y permitir la auto-separación.

Para las verificaciones a estos sistemas ADS-B se deberán satisfacer las comprobaciones y las pruebas de rendimiento se exponen en el documento ED-129.

### 3.4.2 Parámetros de actuación MLAT a medir.

Un sistema de vigilancia aeronáutica por multilateración es aquel en el que distintos tipos de respuestas, ya sea en modo A/C/S o ADS, son recibidas por varios sensores (receptores) que se encuentran distribuidos en el terreno. Al determinar la diferencia del tiempo de arribo de la señal a cada uno de estos sensores, se define un sistema hiperbólico y calculando la intercepción de estos hiperboloides, se obtiene el lugar de la fuente de emisión y de esta forma su posición.

Para un sistema de vigilancia por multilateración, estos parámetros son validados a partir de las pruebas de rendimiento del sistema que se exponen en los documentos rectores ED-117, para el movimiento dentro del área de maniobras y ED-142 para un sistema de multilateración de área ampliada.

## 3.5 Ensayos en vuelo

3.5.1 Además de los procedimientos de ensayo correspondientes al fabricante, deberán efectuarse vuelos de verificación como parte de los ensayos de aceptación en el emplazamiento.

3.5.2 El empleo de una aeronave especializada que actúe por separado para investigar completamente la actuación del sistema de manera rutinaria, podrá ser algo prohibitivo si se piensa en el tiempo y en el costo. Para superar esta dificultad, los vuelos de verificación podrán **mezclarse** con muestras del tránsito ocasional, como base para los ensayos.

3.5.3 Las modificaciones recientes de diseño de los sistemas, las técnicas de registro y el procesamiento de los datos se prestan a que en la mayoría de los ensayos de actuación pueda utilizarse el tránsito de ocasión y con ello disminuye la necesidad de vuelos específicos de verificación, limitándose a los necesarios para investigar solamente problemas particulares,

3.5.4 Para aceptar la puesta en marcha de un sistema de vigilancia, se tendrán en cuenta los resultados de evaluaciones de tránsito ocasional y de los vuelos específicos de verificación.

### 3.5.4.1 Tránsito ocasional.

3.4.4.1.1 Los datos provenientes de tránsito ocasional, son datos de entrada “vivos” obtenidos a partir del “mundo real”, es decir, de aeronaves dentro del volumen de cobertura del sistema objeto de ensayo. Por consiguiente, el tránsito ocasional consistirá en las respuestas RF de aeronaves detectadas “insertadas” en las entradas de antena del sistema. Las aeronaves dentro de la cobertura podrán ser consideradas como una selección estadística aleatoria de la población.

3.5.4.1.2 El tránsito ocasional podrá proporcionar una elevada cantidad de datos en un tiempo breve para evaluar la actuación del sistema de vigilancia. Una muestra suficientemente grande de tránsito ocasional proporcionará los datos requeridos para establecer los parámetros de actuación del sistema. El tránsito ocasional podrá proporcionar la mayoría de los datos necesarios para fines de evaluación.

### 3.4.4.2 Vuelos específicos de verificación.

3.4.4.2.1 La comprobación con un vuelo de verificación, tiene por objeto fundamental, determinar las características de cobertura y la exactitud del sistema de vigilancia.

3.4.4.2.2 La inspección con un vuelo de verificación de un sistema de vigilancia, se realizará conjuntamente con la del radar, en el caso de los complejos radar.

3.4.4.2.3 Las inspecciones con un vuelo de verificación, deberán ser realizadas cuando hayan sido realizadas modificaciones importantes del equipo, a raíz de deficiencias de funcionamiento notificadas o sospechadas o por otras razones.

3.4.4.2.4 Estos vuelos se efectúan con aeronaves específicamente dedicadas a este chequeo, la cual deberá seguir un perfil de vuelo convenido o un número de perfiles de vuelo a fin de:

- Obtener las características de actuación en zonas sin tránsito o con poco tránsito para vuelos de resolución.
- Investigar con detalle las zonas de cobertura (lóbulos laterales, pérdida de cobertura, cono de silencio, etc.).

3.4.4.2.5 La aeronave de calibración utilizada tendrá todo el equipamiento electrónico necesario, que garantice la alta precisión de la navegación, determinación de la posición, altura y demás parámetros necesarios.

### 3.4.4.3 Procedimientos de inspección en vuelo.

3.4.4.3.1 Antes de la inspección en vuelo se comprobará que el equipo esté sintonizado dentro de los márgenes indicados en las especificaciones de funcionamiento de la instalación.

3.4.4.3.2 Deberá comprobarse que el personal técnico que participa en los ensayos tenga experiencia y esté familiarizado con los objetivos de la inspección. El personal técnico y el personal de tránsito aéreo coordinarán sus actividades para preparar las líneas generales de los requisitos operacionales, describiendo con detalle todas las rutas, puntos de referencia, circuitos de espera, procedimientos de aproximación y de salida, incluyendo las altitudes especificadas, distancias y demás información pertinente a la inspección en vuelo.

3.4.4.3.3 Para la inspección en vuelo deberán utilizarse aeronaves con transponder correctamente comprobados. También deberán verificarse las condiciones del cable transpondedor – antena y de la antena propiamente dicha.

### 3.4.4.4 Parámetros a comprobar con una inspección en vuelo

3.4.4.4.1 Cobertura vertical: Para determinar el tamaño, forma y continuidad del diagrama de radiación vertical. Se establecerá el límite exterior de cobertura a varias altitudes y deberá permanecer dentro de un margen del 15% de la referencia. La cobertura vertical se realizará utilizando el tránsito ocasional en la zona lejana, necesitándose una aeronave de ensayo sólo para la medición del cono de silencio del radar a varias altitudes.

3.4.4.4.2 Cobertura en ruta: Se verificará la cobertura de las rutas ATC controladas (aerovías) hasta las distancias máximas a las que podrá mantenerse el contacto radar. La cobertura deberá mantenerse dentro de un margen del 15% de la referencia. La cobertura en ruta se podrá calcular utilizando el tránsito ocasional, a menos que situaciones fuera de lo considerado normal aconsejen realizar un vuelo de ensayo para un chequeo de una zona específica.

3.4.4.4.3 Cobertura de punto de referencia o de los puntos de notificación: La precisión deberá ser tal que, al notificarse que una aeronave vuela sobre el punto de referencia estará a menos de 300 metros (1000 ft) del punto o dentro del 3% de la distancia del punto de referencia-a-estación, de ambos valores, el mayor. La cobertura de punto de referencia se calculará utilizando el tránsito ocasional para la gran mayoría de los puntos de referencia, a menos que en determinadas situaciones fuera de lo considerado normal aconsejen realizar un vuelo de ensayo para un chequeo de una zona específica. Desde un punto de vista práctico, es muy aconsejable realizar un vuelo de ensayo en puntos escogidos dentro de la cobertura radar que sean significativos en la determinación de la precisión radar y tengan impacto en las operaciones aéreas donde se utiliza el radar bajo ensayo para las funciones de vigilancia.

3.4.4.4.4 Codificación de altura: Se comprobará su funcionamiento durante las comprobaciones de cobertura vertical. La altura decodificada deberá estar dentro de +/- 38 m (+/- 125 ft) de la información de altitud en la pantalla del puesto de pilotaje. Este chequeo podrá realizarse también de manera simulada con el respondedor de control (parrot), si tiene concebida la imitación de valores de altura en su respuesta a la interrogación en modo C.

3.4.4.4.5 Modo y verificación de modo: Se confirmará el funcionamiento correcto en los modos requeridos, utilizando el tránsito ocasional.

3.4.4.4.6 Supresión de lóbulos laterales: Se verifica para comprobar si se ha obtenido la mejora prevista y que no ha dado como resultado efectos adversos. Este es un requisito especial en las verificaciones de las puestas en servicio que deberá ser realizado con vuelos de ensayo en caso de haberse recibido señalamientos de la ocurrencia de tales fenómenos como blancos fantasmas, efectos de anillo, etc.

3.4.4.4.7 Otros datos que sean transmitidos desde la aeronave como son el código de 24 bits, intensidad de vuelo, etc.

3.4.4.4.8 Para los distintos sistemas de vigilancia, se exponen varios patrones de vuelo para comprobar el rendimiento de cada uno.



## **4. PROCESO DE CERTIFICACIÓN**

### 4.1 Objetivos.

4.1.1 El objetivo de una certificación es determinar el cumplimiento de los requisitos técnicos de los sistemas de vigilancia en su puesta en marcha (ensayos de aceptación en el emplazamiento), de acuerdo a los resultados de los ensayos de actuación que se efectúen a tales efectos de conjunto por parte del Prestador de Servicios de Navegación Aérea designado por el estado y el fabricante, y verificados por la Dirección de Aeronavegación del IACC (DAN-IACC).

4.2 Se realizará un Proceso de Certificación a un sistema de vigilancia radar cuando:

- a) se instale un nuevo sistema de vigilancia en una posición existente,
- b) se instale un nuevo sistema de vigilancia en una nueva posición,
- c) se cambie de posición un sistema de vigilancia existente
- d) el equipamiento de una posición de vigilancia sufra modificaciones mayores que pudieran afectar los requerimientos operacionales para la prestación del servicio, tales como el cambio de antena o de otros elementos que pudieran variar los parámetros de cobertura inicial.

4.3 Las pruebas de certificación se realizarán por un Grupo Certificador, que estará compuesto por:

- Jefe de Comunicaciones. del prestador de servicios de navegación aérea.
- Especialista Principal de Vigilancia del prestador de servicios de navegación aérea.
- .
- Jefe Comunicaciones de la Zona del prestador de servicios de navegación aérea.
- Especialistas designados de la CACSA
- Especialista Principal de Vigilancia de la Zona.
- Especialista Principal de Tránsito Aéreo de la Zona.

4.4 Para cada proceso de certificación, la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea, proporcionará por escrito una copia de la información sobre la localización, y datos técnicos principales, que conforman la memoria de entrega-aceptación de la posición, para la elaboración del expediente de certificación por parte de la Dirección de Aeronavegación del IACC (DAN-IACC).

4.5 El prestador de servicios de navegación aérea conformará el programa de vuelo y enviarlo a la DAN-IACC para su aprobación, no menos de 15 días hábiles antes de la fecha prevista del vuelo.

4.6 El prestador de servicios de navegación aérea elaborarán el programa general de certificación de sistemas de vigilancia y lo presentará a la aprobación de la Dirección del IACC, no menos de diez días hábiles antes de su fecha de ejecución, por escrito con el siguiente contenido secuencia, a menos que se justifique otro en función de las necesidades técnicas u operacionales:

- a) Índice.
- b) Generalidades.
- c) Participantes.
- d) Características técnicas del sistema.
- e) Calendario de pruebas.

- f) Especificación de pruebas:
1. Generalidades.
  2. Participantes.
  3. Características Técnicas del Sistema.
  4. Calendario de las Pruebas
  5. Especificación de pruebas:
    - Pruebas de Orientación
    - Prueba de Cobertura.
    - Pruebas de Rutas y Aerovías.
    - Pruebas de Procesamiento de la Información.

4.6.1 En la especificación de las pruebas y ensayos para la certificación, estas se elaborarán con la descripción gráfica y literal detallando el método y orden de las maniobras de vuelo en las rutas y procedimientos, para la mejor comprensión del Grupo Certificador.

4.6.2 Cuando se requiera un estudio topográfico para determinar los obstáculos para la elaboración de las pruebas, esto se realizará con una carta de 1:50000 o de 1:250000, dependiendo de las necesidades de dicho estudio.

4.7 Al concluir el programa de pruebas se levantará el Acta de Certificación con las observaciones que pudieran existir para la operación del sistema. Este será el documento oficial de referencia, al cual se anexará la Memoria de Certificación, con la recopilación ordenada de los datos obtenidos de las diferentes pruebas efectuadas.

4.8 La Memoria de Certificación se elaborará una vez concluidos los trabajos de certificación técnico-operacional, y en ella se integra el programa realizado y los resultados de cada prueba que se redactarán y recolectarán en los registros y formatos incluidos en los siguientes anexos:

- ANEXO DE ORIENTACION MAGNETICA. Ver **Anexo 1**.
- ANEXO DE CONO DE SILENCIO. Ver **Anexo 2**.
- ANEXO DE COBERTURA DE RUTAS Y AEROVIAS. Ver **Anexo 3**.
- ANEXO DE PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DE LA POSICION. Ver **Anexos 4 o 5**.

4.8.1 Los resultados de las pruebas se registrarán en los formatos o registros correspondientes que se conservarán por la DAN - IACC y del prestador de servicios de navegación aérea de forma permanente o hasta que dicho sistema sea sustituido por otro.

4.8.2 En los casos que se cuente con un software de trabajo integrado al sistema que brinde toda la información requerida, se imprimirán los resultados y se considerarán como evidencias en lugar de los anexos 1 al 4, referidos anteriormente.

4.8.3 El Acta de Certificación con su Memoria, serán entregados por la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea a la Dirección de Aeronavegación, dentro de los 30 días hábiles después de concluidas las pruebas de certificación.

## **5. CERTIFICADO DE UTILIZACION**

5.1 Una vez recibidos el Acta de Certificación con su Memoria en la Dirección de Aeronavegación del IACC, este expediente será analizado por los especialistas de dicha Dirección.

5.2 Dentro de los 60 días hábiles posteriores a la recepción de la documentación en la DAN – IACC se convocará a una Reunión Final donde participarán las áreas técnicas y operacionales de la DAN – IACC y del prestador de servicios de navegación aérea. De esta Reunión se levantará un Acta por parte de la DAN – IACC.

5.3 Se podrá unir esta Reunión Final de Certificación Radar con reuniones para la Certificación de Radioayudas o para el Análisis Trimestral de Disponibilidad y Confiabilidad CNS.

5.4 De acuerdo a los resultados del análisis del expediente presentado para la certificación y de la Reunión Final de Certificación de los sistemas de vigilancia, la DAN – IACC emitirá el CERTIFICADO DE UTILIZACION (ver **Anexo 6**) de la posición de vigilancia, válido por dos (2) años a partir de la fecha de su emisión.

5.4.1 Las categorías del CERTIFICADO DE UTILIZACION de los sistemas serán:

- **UTILIZABLE:** Cuando el sistema de vigilancia está disponible totalmente para su uso operacional.
- **NO UTILIZABLE:** Cuando el sistema de vigilancia no esté disponible para su uso operacional, puesto que provee señales erróneas, inseguras o de mala calidad, que no garanticen la seguridad del control radar.
- **UTILIZABLE CON RESTRICCIONES:** Cuando el sistema de vigilancia provee señales que no están conformes con los requerimientos técnico-operacionales establecidos en todos los aspectos o en todos los sectores de cobertura, pero que su utilización es segura dentro de las restricciones que le sean definidas. En este caso, en el documento de certificación, se describirán con claridad las limitaciones con que cuenta el equipamiento.

5.1.2 Estas categorías plasmadas en los CERTIFICADOS, serán válidas hasta el final del período de vigencia de los mismos (2 años), a no ser que:

- a) el equipo sufra una avería que provoque un deterioro de consideración de la señal emitida.
- b) no se cumpla con los chequeos periódicos de los parámetros técnico-operacionales de actuación del sistema de vigilancia, mediante los mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y controles técnicos programados a tales efectos por la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea.
- c) el resultado de los chequeos periódicos de los parámetros técnico-operacionales de actuación del sistema de vigilancia muestren degradaciones en los parámetros que provoquen el malfuncionamiento del sistema.

5.2 Durante el período de validez de los CERTIFICADOS DE UTILIZACION, se llevarán a cabo chequeos periódicos de los parámetros técnico-operacionales de actuación del sistema de vigilancia, mediante los mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y controles técnicos programados a tales efectos por la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea; de conformidad con lo establecido en el procedimiento del sistema de Gestión de la Calidad del prestador de servicios de navegación aérea relativo al “Control y Mantenimiento de los Sistemas de Vigilancia” (PE-2086-01).

5.2.1 Se podrán realizar verificaciones adicionales cuando existan causas justificadas que indiquen o demuestren alteraciones importantes en la operación de un sistema que afecten

los requerimientos operacionales establecidos y/o inicialmente certificados para la prestación del servicio.

5.2.1.1 Si no se requiriese necesariamente de una inspección en vuelo, los parámetros para estas verificaciones adicionales se obtendrán por medio de la inspección en tierra, utilizando el tránsito ocasional y los transponder de control de las posiciones.

5.2.2 El resultado de los Controles Técnicos semestrales, serán remitido a la Dirección de Aeronavegación del IACC por parte del prestador de servicios de navegación aérea, a fin de constatar la estabilidad de sus parámetros principales que garanticen su operatividad y garantizar la validez del CERTIFICADO DE UTILIZACION.

5.2.2.1 La DAN – IACC verificará en Inspecciones Estatales la existencia y cumplimiento de los Planes Anuales de Mantenimiento y Control Técnico a los sistemas de vigilancia radar por parte del prestador de servicios de navegación aérea.

5.2.2.2 El incumplimiento del Plan Anual de Mantenimiento y Control Técnico a los sistemas de vigilancia radar por parte de la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea SA podrá traer como consecuencia la retirada del Certificado de Utilización del Sistema de Vigilancia por parte de la Dirección de Aeronavegación del IACC en las siguientes circunstancias:

- a) Al transcurrir 3 meses desde el último Mantenimiento Preventivo Programado mensual.
- b) Al transcurrir 9 meses desde el último Control Técnico Programado semestral.

5.3 En cada posición de vigilancia existirá una copia del CERTIFICADO DE UTILIZACION correspondiente, debidamente actualizado y en buen estado de conservación, el cual será auditado en cada inspección que realice la Dirección de Aeronavegación del IACC.

## **6. RECERTIFICACION**

6.1 Una vez terminado el período de validez (2 años) de los CERTIFICADOS DE UTILIZACION de los sistemas de vigilancia, se efectuarán una serie de pruebas y ensayos que permitirán comprobar y validar la estabilidad de los principales parámetros obtenidos en el Proceso de Certificación

6.2 Estas pruebas permitirán actualizar los CERTIFICADOS DE UTILIZACION de los sistemas de vigilancia por otro período similar (2 años).

6.3 En las pruebas de recertificación participaran los especialistas referidos en el punto 4.1.2.

6.4 Los parámetros para estas verificaciones se obtendrán por medio de la inspección en tierra utilizando el tránsito ocasional y los transponder de control de las posiciones.

6.5 Los ensayos de actuación de los sistemas de vigilancia para la recertificación comprenderán las siguientes pruebas:

6.5.1 Cobertura de ruta. Verificar al menos 2 de las rutas más importantes, así como los puntos de referencia del mapa electrónico.

6.5.2 Cobertura en azimut. Utilización de software que permita la grabación acumulativa de un período razonable de vuelos que permitan comprobar la cobertura.

6.5.3 Codificación de alturas. Realizar un muestreo de verificación de 10 niveles de altura.

6.5.4 Verificación de los códigos de interrogación. Muestreo con vuelos comerciales y con el respondedor de control.

6.5.5 Verificación de la orientación de las cabezas radar. Tanto autónomos como en conformación de complejos P-S.

6.5.6 Verificación de los parámetros técnicos. Efectuar de acuerdo a la Tabla del Anexo 4 del presente Manual o al software de verificación incorporado al equipamiento.

6.5.7 En los casos que se cuente con un software de trabajo integrado al sistema que permita reunir toda la información mencionada en 6.5, se imprimirán los resultados y se considerarán como evidencias en lugar de los referidos anteriormente.

6.6 Una vez efectuadas las pruebas establecidas en el punto 6.5, la Dirección del prestador de servicios de navegación aérea, presentará un informe a la Dirección de Aeronavegación del IACC, con los resultados obtenidos, 30 días hábiles antes de la fecha de vencimiento del certificado vigente.

6.6.1 De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de recertificación, analizadas de conjunto con la documentación descrita en el punto 5.2.2., la Dirección de Aeronavegación del IACC, en un plazo de 30 días hábiles, actualizará el CERTIFICADO DE UTILIZACION (ver Anexo 5) de la posición de vigilancia, válido por otros dos (2) años a partir de la fecha de su emisión.

**APENDICE 1**

**ABREVIATURAS – ACRONIMOS**

**ARSR** RADAR DE VIGILANCIA DE RUTA

**ASR** RADAR DE APROXIMACION DE VIGILANCIA

**BPS** BITS POR SEGUNDO

**DAIW** ALERTA DE PENETRACION DE AREA PELIGROSA

**dB** DECIBEL

**dBm** DECIBEL REFERIDO A 1 MILIWATT

**dBw** DECIBEL REFERIDO A 1 WATT

**GTC** CONTROL DE TIEMPO DE GANANCIA /GAIN TIME CONTROL

**MAP** PUNTO DE APROXIMACION FALLIDA

**MEA** ALTITUD MINIMA EN RUTA

**MSL** NIVEL MEDIO DEL MAR

**MSAW** ALTITUD MINIMA DE SEGURIDAD DE ALERTA /MINIMUM SAFE ALTITUDE WARNING

**MTI** ELIMINADOR DE ECOS FIJOS

**MTD** DETECTOR DE ECOS MOVILES /MOVING TARGET DETECTOR

**MVA** ALTITUD MINIMA DE VECTOREO

**RPM** REVOLUCIONES POR MINUTO

**STC** CONTROL DE TIEMPO DE SENSITIVIDAD /SENSITIVITY TIME CONTROL

**STCA** ALERTA DE CONFLICTO DE CORTO TIEMPO

Anexo 1

ORIENTACIÓN MAGNÉTICA

FECHA :			UNIDAD ATS: AERONAVE:				RADAR: LOCALIZACION:			
PRUEBA DE ORIENTACION										
PUNTO DE REFERENCIA	IN	OUT	CARTA		AVION		RADAR		ALTITUD	CONDICIONES MET
			RM	DIST	RM	DIST	AZIM	DIST		

OBSERVACIONES

Anexo 2

CONO DE SILENCIO RADAR DE VIGILANCIA

IN	OUT	ALTURA (miles de pies)		OBSERVACIONES										TIEMPO			
			35														
			34														
			33														
			32														
			31														
			30														
			29														
			28														
			27														
			26														
			25														
			24														
			23														
			22														
			21														
			20														
			19														
			18														
			17														
			16														
			15														
			14														
			13														
			12														
			11														
			10														
			9														
			8														
			7														
			6														
			5														
			4														
			3														
			2														
			1														
			0														
RANGO MSSR (MN)				25	50	75	100	125	150	175	200	225	250				
ESTACION:	FECHA:	EQUIPO:	POTENCIA PICO:	POTENCIA RMS:		AERONAVE:		SENSIBILIDAD RX:		Otros:							



Anexo 3

PRUEBA DE COBERTURA DE RUTAS Y AEROVÍAS

AEROVIA	ALTITUD	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400

AEROVIA	ALTITUD	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400

AEROVIA	ALTITUD	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400

AEROVIA	ALTITUD	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400

Anexo 4

PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DE LA POSICIÓN RADAR

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN \_\_\_\_\_

MODELO \_\_\_\_\_

<b>CONTROL DE PARÁMETROS</b>			
<b>TIPO DE EQUIPO</b>	<b>EQUIPO 1</b>	<b>EQUIPO 2</b>	<b>TOLERANCIAS</b>
<b>TRANSMISOR</b>			
Potencia de interrogación			> 2 Kw.
Potencia de supresión			> 1.8 Kw.
Espaciado de los impulsos			Según Anexo 10
Ancho de los impulsos			0.8 +/- 0.1
Frecuencia portadora			1030 +/- 0.2 MHz
Frecuencia de repetición			< 450 Hz
<b>RECEPTOR</b>			
Señal mínima detectable			-129 dBW
Frecuencia de la señal			1090 +/- 3 MHz
Ancho de banda en FI			+/- 4 MHz
STC/GTC			Según datos del fabricante
<b>SISTEMA DE GIRO</b>			
Frecuencia de giro			6 ± 0.5 r.p.m.
Impulsos azimutales			16384 +/- 1 MAI
Corriente del motor			Según datos del fabricante
<b>EXTRACTOR DE DATOS</b>			
Cobertura requerida			Según datos del fabricante
Probabilidad de detección			Pd> 95%
Índice de blancos falsos			< 1/ min
Ocurrencia de brechas			< 2 trazas
Reflexiones			< 2 / min
Precisión azimutal			< 0.3°
Precisión por distancia			+/- 200 m
<b>CONTROL DE LA ESTACIÓN</b>			
Mando Local			Funcionamiento correcto
Mando a distancia			Funcionamiento correcto
<b>FUENTES DE ENERGÍA</b>			
Fuentes DC			Dentro de los parámetros
Fuentes AC			Dentro de los parámetros
UPS			Funcionamiento correcto
Planta de Emergencia			Funcionamiento correcto
<b>OTROS SISTEMAS</b>			
CLIMATIZACIÓN			Funcionamiento correcto
ATERRAMIENTO			Existencia y Certificado
PARARRAYOS			Existencia y Certificado
SUPRESORES			Existencia y Certificado
<b>TRANSPONDEDOR DE CONTROL</b>			
Código de respuesta			Específico de la posición
Azimut / Distancia			Específico de la posición
<b>CANAL DE COMUNICACIÓN</b>			
Nivel de Transmisión			Según parámetros
Nivel de Recepción			Según parámetros
Conteo de Errores			Según parámetros

Anexo 5


PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DE LA POSICIÓN ADS-B y MLAT

FECHA \_\_\_\_\_  
 MODELO \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN \_\_\_\_\_

<b>CONTROL DE PARÁMETROS</b>			
<b>TIPO DE EQUIPO</b>	<b>EQUIPO 1</b>	<b>EQUIPO 2</b>	<b>TOLERANCIAS</b>
<b>TRANSMISOR</b>			
Potencia de interrogación			> 2 Kw.
Potencia de supresión			> 1.8 Kw.
Espaciado de los impulsos			Según Anexo 10
Ancho de los impulsos			0.8 +/- 0.1
Frecuencia portadora			1030 +/- 0.2 MHz
Frecuencia de repetición			< 450 Hz
<b>RECEPTOR</b>			
Señal mínima detectable			-129 dBW
Frecuencia de la señal			1090 +/- 3 MHz
Ancho de banda en FI			+/- 4 MHz
STC/GTC			Según datos del fabricante
<b>EXTRACTOR DE DATOS</b>			
Cobertura requerida			Según datos del fabricante
Refrescamiento			1 – 3 segundos.
Probabilidad de detección			Pd> 95%
Índice de blancos falsos			< 1/ min
Ocurrencia de brechas			< 2 trazas
Reflexiones			< 2 / min
Precisión azimutal			< 0.3°
Precisión por distancia			+/- 200 m
<b>CONTROL DE LA ESTACIÓN</b>			
Mando Local			Funcionamiento correcto
Mando a distancia			Funcionamiento correcto
<b>FUENTES DE ENERGÍA</b>			
Fuentes DC			Dentro de los parámetros
Fuentes AC			Dentro de los parámetros
UPS			Funcionamiento correcto
Planta de Emergencia			Funcionamiento correcto
<b>OTROS SISTEMAS</b>			
CLIMATIZACIÓN			Funcionamiento correcto
ATERRAMIENTO			Existencia y Certificado
PARARRAYOS			Existencia y Certificado
SUPRESORES			Existencia y Certificado
<b>TRANSPONDEDOR DE CONTROL</b>			
Código de respuesta			Específico de la posición
Azimut / Distancia			Específico de la posición
<b>CANAL DE COMUNICACIÓN</b>			
Nivel de Transmisión			Según parámetros
Nivel de Recepción			Según parámetros
Conteo de Errores			Según parámetros

Anexo 6

	<b>Certificado de utilización de los sistemas de vigilancia aeronáutica</b>		
		<b>Rev. 0</b>	<b>Página 1 de 1</b>

**INSTITUTO DE AERONÁUTICA CIVIL DE CUBA**

**CERTIFICADO DE UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA AERONÁUTICA**

---

**Nombre:**  
**Tipo:**  
**Modelo:**  
**Posición:**

---

*Certifico que se ha realizado la “Verificación programada”, así como la validación integral de este sistema, notificándose el estado de funcionamiento de la instalación como: \_\_\_\_\_ de acuerdo a las normas establecidas por el Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba en la **Regulación Aeronáutica Cubana No. 10 “Telecomunicaciones Aeronáuticas”**, en virtud de lo cual se le expide el presente certificado que autoriza su empleo.*

Este certificado es intransferible y sólo es válido mientras no se sustituya o modifique alguno de los componentes básicos de este sistema o se venza el plazo establecido para las verificaciones programadas en vuelo.

**Certificado No.:**

**Fecha de entrada en vigor:** \_\_\_\_\_

**Fecha de vencimiento:** \_\_\_\_\_

**Expedido a los** \_\_\_\_\_ **días del mes de** \_\_\_\_\_ **del año** \_\_\_\_\_

---

**Director de Aeronavegación  
IACC**

**BIBLIOGRAFIA**

- RAC 10 "Telecomunicaciones Aeronáuticas", Capítulo VI.
- ANEXO 10 al Convenio de la Aviación Civil Internacional, Volumen IV
- Manual sobre sistemas del radar secundario de vigilancia (SSR), OACI (Doc 9684).
- Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación, OACI (Doc. 8071), Volumen III "Ensayo de sistemas del radar de vigilancia".
- DOC 9924 "Manual de Vigilancia Aeronáutica"