

	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

<b>FECHA:</b>	DD-MM/AÑO 02-09/2024
---------------	-------------------------

## CERTIFICACIÓN LUCES PAPI CON SISTEMA AÉREO NO TRIPULADO (UAS)

### CIRCULAR REGULATORIA No. CR-002-2024

#### 1. PROPÓSITO

La presente circular regulatoria tiene como propósito estandarizar y regular el proceso de certificación de luces de trayectoria de pendiente de aproximación (por sus siglas en inglés, PAPI) por medio de sistemas aéreos no tripulados (por sus siglas en inglés, UAS) requeridos por los Entes de Aviación de Estado, manteniendo la operatividad de las ayudas a la navegación aérea de forma continua de los aeródromos de la Fuerza Pública manteniendo un nivel aceptable de seguridad aérea y el cumplimiento de las misiones aéreas institucionales, a través de la innovación en procedimientos aeronáuticos y el uso de tecnologías emergentes. Se destaca que el procedimiento que pretende regular con la presente circular incluye: inspección, calibración y certificación del sistema PAPI.

#### 2. APLICABILIDAD

Las actividades definidas en esta circular regulatoria son aplicables a todos los Entes de Aviación de Estado.

El proceso de certificación de luces PAPI, es competencia de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado y mediante el mismo, se emite el formato de reporte inspección luces PAPI.

#### 3. DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

##### a) Definiciones

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



	FUERZA AÉREA COLOMBIANA	Código	DE-AAAES-FR-007
	FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	03
		Fecha	25/07/2024

**ATSEP:** Personal especializado y certificado en el desarrollo de funciones técnicas en sistemas electrónicos y/o eléctricos para la seguridad operacional del Tránsito Aéreo, que cuenta con las calificaciones y competencias pertinentes para el ejercicio de sus atribuciones en lo relacionado con la instalación, mantenimiento, gestión, operación, supervisión y control de los sistemas CNS.

**CNS:** Equipos y sistemas de comunicaciones aeronáuticas y redes, radioayudas terrestres no visuales y ayudas visuales luminosas para la navegación aérea, vigilancia y automatización aeronáutica, meteorología aeronáutica y energía y sistemas electromecánicos.

**CORS:** Por sus siglas en inglés (Continuously Operating Reference Station), funciona como un sistema de referencia y corrección, es una estación de referencia permanente que tiene una observación continua sobre un punto fijo. Una estación CORS, está conformada por una antena, un receptor y un sistema informático para la recopilación de datos que sea capaz de almacenar y enviar información al usuario.

**PAPI:** En inglés significa Precision Approach Path Indicator, o Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión en español, son una ayuda visual al piloto para mantener un ángulo de aproximación óptimo hacia el aeródromo. El sistema consta de 4 o 2 unidades que emiten luz roja y blanca, instalados en una sola línea, generalmente al costado izquierdo de la pista, a aproximadamente 300 metros del umbral de pista.

**b) Abreviaturas**

**AAAES:** Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado

**ATSEP:** Personal Electrónico para la seguridad del Tránsito Aéreo

**CORS:** Por sus siglas en inglés (Continuously Operating Reference Station), sistema de referencia y corrección

**CR:** Circular Regulatoria



	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

**EAE:** Entes de aviación de Estado

**GPS:** Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

**GNSS:** Sistema de navegación basada en satélites

**LAR:** Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos

**RAC:** Reglamento Aeronáutico Colombiano

**RACAE:** Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado

**RPA:** Aeronave remotamente pilotada

**OACI:** Organización de la Aviación Civil Internacional

**PAPI:** Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión

**UAS:** Sistema Aéreo no tripulado

**RTK:** Real Time Kinematic- Navegación cinética satelital en tiempo real

#### **4. REGULACIONES DE REFERENCIA**

- Anexo 14 de la OACI, Volumen 1 Diseño y operación de aeródromos, Novena edición, julio de 2022; Capítulo 5 ayudas visuales a la navegación.
- Documento 9157 de la OACI Manual de Diseño de Aeródromos, Parte 4 Ayudas Visuales, Capítulo 8 Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación, Párrafo 8.3.20 Reglaje inicial.
- Reglamento Aeronáutico Latinoamericano LAR 210 Telecomunicaciones Aeronáuticas, Año 2023, Capítulo 6 Procedimientos para ensayos e inspección en vuelo.
- Reglamento Aeronáutico Colombiano RAC 14 Aeródromos, aeropuertos y helipuertos, año 2022, capítulo A 14.3.2.12; Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.
- Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado RACAE 210 Telecomunicaciones Aeronáuticas, Volumen 1 Radioayudas, año 2020, capítulo 2 Disposiciones generales relativas a las Radioayudas para la navegación; 210.2.2 Ensayos en tierra y en vuelo.
- Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado RACAE 154 Diseño de aeródromos, Apéndice 6 Iluminación del área de movimiento,



	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

Capítulo 1 Luces, parte 8. Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.

- Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado RACAE 94 Reglas de vuelo y operación para sistemas aéreos no tripulados y sistemas de aeronaves remotamente pilotadas año 2022, Capítulos B y C.

## 5. CONTENIDO

### a) Antecedentes

Los sistemas aéreos no tripulados (UAS), han revolucionado la toma de medidas gracias a la introducción de sistemas de posicionamiento RTK (Real-Time Kinematic). Estos UAS están equipados con tecnologías avanzadas que les permiten capturar información precisa y detallada de la superficie terrestre. Los sistemas RTK aprovechan técnicas de posicionamiento con receptores GNSS, lo que garantiza una mayor precisión y ubicación de la posición en tiempo real.

El uso de UAS aporta ventajas significativas en varias áreas de las operaciones de inspección de vuelo. Estos vehículos ayudan a reducir los riesgos asociados con las aeronaves tripuladas, lo que disminuye los costos operativos, incluyendo mantenimiento, combustible y otros gastos generales. Al emplear UAS, se minimiza el impacto en el tráfico aéreo durante las calibraciones de vuelo, lo que incrementa la eficiencia operativa. También se reduce la carga de trabajo del personal técnico y se favorece la conservación ambiental al disminuir la contaminación del aire y el ruido. Además, su integración en las verificaciones en tierra de ayudas a la navegación contribuye a reducir errores tanto humanos como del sistema, mejorando así la seguridad en la aviación.

Por lo anterior, el uso de UAS con RTK brinda precisión del orden de centímetros y se mantienen dentro del margen de tolerancia respecto a los métodos tradicionales.

En documento de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) 9157 - Manual de Diseño de Aeródromos, quinta edición 2021, parte 4.8 sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación, párrafo 8.3.20 se describen los métodos tradicionales de inspección y verificación de las luces PAPI, los cuales suelen implicar la utilización de aeronaves convencionales para realizar vuelos de calibración. Estos procedimientos incluyen mediciones precisas del ángulo de descenso, alineación visual y ajustes necesarios para asegurar que las luces PAPI proporcionen la indicación correcta del ángulo de aproximación para las aeronaves. Sin embargo, el documento también sugiere en el párrafo 8.3.43 la exploración de métodos alternativos, como el uso de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS),

90

	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

para llevar a cabo estas tareas. Estos avances reflejan el reconocimiento global de la eficacia de los UAS en la inspección y calibración de ayudas visuales en múltiples regiones del mundo.

Las pruebas para piloto para la calibración de ayudas visuales se planificaron y desarrollaron acorde al cumplimiento del RACAE 94 Reglas de Vuelo y Operación para Sistemas Aéreos no Tripulados y Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas y RACAE 210 Telecomunicaciones Aeronáutica, realizadas en los aeródromos; TC Luis F. Pinto de la Fuerza Aérea Colombiana ubicada en la base de CACOM 4, en el aeródromo Mayor Justino Mariño ubicado en Madrid Cundinamarca, en el Aeródromo Militar TG. Gustavo Rojas Pinilla del Ejército Nacional de Colombia localizado en el Fuerte Militar de Tolemaida. Los resultados de dichas pruebas fueron analizados estadística y técnicamente por el personal de investigadores en el marco del proyecto ACTI 1.3.2, Convenio 010-CV-JEAES-2022 – “Modelo de inspección de Luces PAPI en el Comando Aéreo de Mantenimiento usando UAS”, presentando uniformidad en los datos con una baja dispersión y un error aceptable lo que le brinda precisión al procedimiento.

El presente procedimiento se fundamenta en la necesidad de estandarizar, actualizar y tecnificar los métodos utilizados en la certificación de luces P.A.P.I, con el objetivo de mitigar el riesgo operacional y reducir significativamente los tiempos necesarios, para cumplir el requerimiento periódico de inspección, certificación y calibración de las ayudas visuales a la navegación aérea, según lo reglamentado en el RACAE 210 Telecomunicaciones Aeronáuticas, Volumen 1 Radioayudas para la Navegación, año 2020, Capítulo 2 Disposiciones generales relativas a las radioayudas para la navegación, numeral 210.2.2 ensayos en tierra y en vuelo y numeral 210.2.2.2 Tabla 1 Periodos certificación en vuelo, donde se indica que el período de certificación en vuelo para ayudas visuales (PAPI) es cada veinticuatro (24) meses. Para lograrlo, se aprovechan las alternativas tecnológicas emergentes que ofrecen mayor eficiencia y rentabilidad. Esta integración de tecnologías innovadoras permite una inspección más precisa, rápida y económica de las luces P.A.P.I, cumpliendo así con los estándares de seguridad y eficacia requeridos en la aviación actual.

Es relevante destacar que en el desarrollo de esta circular se consideraron los procesos internacionales de certificación de ayudas a la navegación aérea, en particular, se tomó como referencia el estudio realizado por la Dirección General de Aviación Civil de Francia, reportado en el documento "Opinión Técnica, Versión 2", publicado en 2021, el cual detalla el desarrollo tecnológico, el plan de situación, el método de chequeo en vuelo, el protocolo de pruebas, el análisis de resultados, y las conclusiones sobre la medición del ángulo de ajuste de elevación de las unidades PAPI, confirmando la estabilidad del método y respaldando la aprobación



	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

del uso de UAS para la calibración y certificación de luces PAPI. Información que permitió un acercamiento técnico entre esta entidad y la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (AAAES), representada por el personal del Área de Infraestructura Aeroportuaria.

. Durante esta reunión, se presentó la metodología de certificación utilizada por dicha autoridad para toda la red de aeropuertos en Francia, aportando evidencia adicional que refuerza la implementación de estas tecnologías en el contexto local.

### b) Personal Requerido y Requisitos Mínimos

<b>Personal</b>	<b>Requisitos</b>
Operador de UAS	Orgánico de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado, Área de Infraestructura Aeroportuaria con certificado en curso de vuelo y terrestre como operador de UAS y manejo de la tecnología GNSS-RTK.
Técnico de ayudas visuales	Orgánico de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado, Área de Infraestructura Aeroportuaria, certificado por la casa fabricante de ayudas visuales y/o representante autorizado en Colombia por la casa fabricante de ayudas visuales y/o por entidad avalada OACI, CEA y/o centros educativos de los Entes de Aviación de Estado en: la operación, configuración y/o calibración y/o instalación de ayudas visuales y/o Teoría de operaciones PAPI o similar.
Operador estación base GNSS-RTK o afines	Orgánico de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado, Área de Infraestructura Aeroportuaria, Técnico, Tecnólogo o Profesional, certificado en el manejo e interpretación de equipos GNSS-RTK con énfasis en la tecnología Emlid Reach.

**NOTA:** Una vez cumplidos los requisitos mínimos mencionados en el cuadro anterior, el Jefe de la Oficina Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (AAAES) designará, mediante acto administrativo, al personal integrante del Equipo Técnico Certificador de luces PAPI de la AAAES.

### c) Responsabilidad de la Certificación.

El proceso de certificación de las luces PAPI es competencia de la Autoridad Aeronáutica de Aviación del Estado a través del Área de Infraestructura Aeroportuaria.

	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

d) **Procedimiento para la certificación de Luces PAPI.**

- **Fase I Solicitud formal.**

En esta fase, el Ente de Aviación de Estado (EAE) presenta un oficio de “Solicitud Formal escrita” ante la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (AAAES), detallando la necesidad para la certificación de su sistema de luces PAPI. Esta solicitud deberá ser enviada con veinte (20) días hábiles de anticipación a la fecha de vencimiento de la certificación.

- **Fase II Alistamiento para el proceso de certificación.**

Una vez recibida la solicitud formal escrita de certificación de las luces PAPI, la Autoridad Aeronáutica de Aviación del Estado informará de manera escrita las fechas programadas de certificación, señalando al EAE sobre la necesidad de coordinar los siguientes aspectos: apoyo aéreo de ida y regreso, vehículo para desplazamiento en el área de vuelo del aeródromo, autorización para el ingreso a la zona operativa, aseguramiento del correcto funcionamiento de las luces PAPI, disponibilidad de personal técnico en tierra (ATSEP) y la gestión de los NOTAM para el cierre del aeródromo durante el tiempo requerido para la certificación.

Para concluir esta fase, Equipo Técnico Certificador de Luces PAPI de la AAAES convocará una reunión con el EAE, para efectos de coordinaciones en cuanto al alistamiento, procedimientos, logística y demás requerimientos necesarios para la ejecución del proceso de certificación, dejando constancia mediante acta de reunión.

- **Fase III Inspección.**

Durante esta fase, el personal técnico certificador de luces PAPI de la AAAES se desplazará al aeródromo que presenta la necesidad de certificación. Una vez en el lugar, se verificará la funcionalidad operativa del sistema de luces PAPI mediante una revisión visual, ángulo nominal, alistamiento de equipo en tierra y ejecución del proceso de inspección utilizando UAS y el formato “Procesamiento de datos para la Inspección del Sistema de Luces PAPI”.

- **Fase IV Expedición de Certificación.**

Una vez finalizada la fase III, el personal técnico certificador de luces PAPI de la AAAES procesará los datos obtenidos, verificará que el ángulo resultante de cada baliza se encuentre dentro del margen nominal dispuesto, y expedirá mediante el



	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

formato de reporte inspección luces PAPI, la respectiva certificación, la cual será enviado al respectivo EAE inspeccionado para su control y fines pertinentes.

### **5.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA**

a) En caso de encontrar anomalías en las lecturas de cada uno de los ángulos de inclinación de cada baliza, el técnico de ayudas visuales iniciara labores de calibración siguiendo lo dispuesto por el numeral 8.3.21 del Documento 9157 de la OACI, haciendo uso del clinómetro y ajustando cada baliza.

b) Una vez finalizada la calibración se debe efectuar un vuelo de comprobación de los ángulos del Sistema PAPI que constate que las correcciones de ángulo en las balizas se encuentren en tolerancia aceptable, conforme el documento 9157 OACI, generando un nuevo reporte que evidencie los resultados obtenidos.

c) En dado caso que alguna baliza siga por fuera de los parámetros de calibración se debe repetir el procedimiento establecido en los literales a) y b) de este numeral, hasta que los resultados sean satisfactorios y se encuentren dentro del margen nominal dispuesto en el numeral 8.3 del Documento 9157 de la OACI.

d) En caso que las labores de calibración no puedan efectuarse debido a fallas funcionales del sistema PAPI, se procederá al apagado del sistema de luces PAPI, con la respectiva publicación del respectivo NOTAM, hasta que se realicen las respectivas correcciones por parte del EAE y se dará inicio a un nuevo proceso de certificación.

### **5.2. FECHA DE IMPLEMENTACIÓN**

Una vez publicado en la página web <https://aaaes.fac.mil.co/es/normatividad>.

### **6. CAMBIOS DE LA VERSIÓN ANTERIOR**

N/A

### **7. ANEXOS**

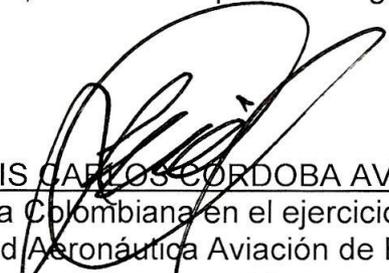
Los formatos de certificación de luces PAPI, están publicadas en la página WEB de la AAAES, en suite Visión Empresarial (<https://apps.fac.mil.co/portal/home>).



	<b>FUERZA AÉREA COLOMBIANA</b>	<b>Código</b>	<b>DE-AAAES-FR-007</b>
	<b>FORMATO CIRCULAR REGULATORIA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO</b>	<b>Versión N°</b>	<b>03</b>
		<b>Fecha</b>	<b>25/07/2024</b>

## 8. CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para mayor información contactar a la oficina de Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado, Área de Infraestructura Aeroportuaria, localizada en la Carrera 13 No. 66-47, piso 2, Edificio ICARO, barrio chapinero Bogotá DC o en la página [www.aaaes.fac.mil.co](http://www.aaaes.fac.mil.co).

  
General LUIS CARLOS CORDOBA AVENDAÑO  
 Comandante Fuerza Aérea Colombiana en el ejercicio de sus funciones como  
 Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado

Validó: CR. Jorge Augusto Saavedra Chacón (Jefe Oficina AAAES)

Validó: TC. Gina Maritza Ruiz Sandoval (EEALA)

Elaboró: CR. José Jovanne Vargas Albarracín (ARINF)

Elaboró: MY. Misael Fernando Guerrero Bonilla (Especialista ARINF)

Elaboró: ST. Ignacio Alfonso Alvarado (Especialista Desarrollo Tecnología e Innovación)

Elaboró: SP. Edison Andrés Gallego Gallego (Técnico Asesor ARINF)