



**Autoridad de
Aviación
Civil
El Salvador**

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

Descripción: **Deslumbramientos no autorizados con dispositivos
láser apuntados hacia Aeronaves**

CA No.: 02-03-01

Revisión: 00

Fecha: 30-03-2020

Documentación de Referencia:

/A/ RAC 14 Regulación de diseño de aeródromos

/B/ RAC 02 Regulaciones del aire y operación de aeronaves

/B/ DOC 9815 Manual sobre emisores láser y seguridad de vuelo

/C/ EAC 00-23 Laser Emissions Which May Endanger The Safety Of Aircraft

La siguiente Circular de Asesoramiento ha sido emitida por la Autoridad de Aviación Civil de El Salvador de acuerdo con lo prescrito en la Ley Orgánica de Aviación Civil, Artículo 7, numeral 4.

1. PROPÓSITO:

Esta Circular de Asesoramiento proporciona información general sobre medidas para proteger a los pilotos de aeronaves civiles de los deslumbramientos de rayos láser, en las inmediaciones de un aeropuerto de la República de El Salvador.

Se prohíbe el uso de dispositivos láser por particulares, de Operadores de Aeródromos y de Operadores de Espectáculos Láser, dirigido hacia las aeronaves sin previa autorización, estas medidas han sido tomadas debido al aumento de incidentes reportados de deslumbramientos con dispositivos láser apuntados hacia las aeronaves, asimismo, la proliferación y avances tecnológicos de los dispositivos láser disponibles al público en general.

Según estudios realizados por la OACI y otras entidades regulatorias, muestran que la exposición de dispositivos láser hacia los pilotos podría causar efectos dañinos (por ejemplo: distracción, destellos oculares, visiones remanentes, ceguera, y en circunstancias extremas, discapacidad visual permanente), lo cual podría comprometer la seguridad interfiriendo con la habilidad de los pilotos para llevar a cabo sus responsabilidades. El operador de ATC se referirá a este tipo de eventos como una emergencia en vuelo, y deberá tratarse como tal, hasta que la tripulación indique lo contrario.

2. APLICABILIDAD:

Las disposiciones de la presente Circular de Asesoramiento se aplican a todas las exposiciones, espectáculos, muestras con fines científicos, de investigación, de entretenimiento, etc.; que sean llevadas a cabo en el exterior o que tengan alguna incursión en el espacio aéreo y que afecten a los pilotos.

3. DOCUMENTO QUE CANCELA/REEMPLAZA:

No Aplica.

4. DESVIACIONES:

El cumplimiento a los procedimientos en esta circular es necesario para la administración uniforme del mismo. Cualquier desviación de este material guía, debe solicitarse por escrito y coordinarse con el Departamento de Seguridad Operacional del Estado - SSP de la AAC para su respectivo análisis y aprobación.

5. FORMAS:

AAC-0203-F1 (Reporte de incidentes causados por dispositivos láser)

AAC-0203-F2 (Solicitud para realizar operaciones con láser al aire libre)

La Forma arriba mencionada está disponible en el Sitio Web de la Autoridad de Aviación Civil de El Salvador: www.aac.gob.sv; en la sección: Servicios – Formatos Generales.

6. ABREVIATURAS:

El siguiente listado mostrara las abreviaciones utilizadas en esta circular:

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
AAC	Autoridad de Aviación Civil
AGL	Above Ground Level / Sobre el Nivel del Terreno
ARP	Aerodrome Reference Point / Punto de Referencia de Aeródromo
AIS	Aeronautical Information Services / Servicios de Información Aeronáutica
ATC	Traffic Control / Servicio de Tránsito Aéreo
CA	Circular de Asesoramiento
COA	Certificado de Operador Aéreo
FMS	Flight Management System / Sistemas de Gestión de Vuelo
LCFZ	Laser-Beam Critical Flight Zone / Zona de Vuelo Crítica de Rayos Láser
LFFZ	Laser-Beam Free Flight Zone / Zona de Vuelo Sin Rayos Láser
LSFZ	Laser-Beam Sensitive Flight Zone / Zona de Vuelo Sensible de Rayos Láser
MIL	Maximum Irradiance Level / Máximo Nivel de Irradiación
MPE	Maximum Permissible Exposure / Exposición Admisible Máxima
mW	Milivatio
NFZ	Normal Flight Zone / Zona Normal de Vuelo
NM	Nautical Miles / Millas Náuticas
NOTAM	Notice To Airmen / Aviso Para Pilotos
nW	Nanovatio
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
RAC	Regulaciones de Aviación Civil de El Salvador
μ W	Microvatio
VFR	Visual Flight Rules / Reglas de Vuelo Visual
W	Vatio

7. DEFINICIONES:

Base de nube: La altitud más baja de la porción visible de una nube.

Deslumbramiento: Una perturbación temporal de la visión causada por la presencia de una luz brillante (tal como la de los faros de un automóvil que se acerca) en el campo de visión de un individuo. El deslumbramiento no está asociado a daños biológicos y dura solamente mientras la luz brillante está en realidad presente en el campo de visión de un individuo.

Exposición admisible máxima (MPE): Es el nivel de energía del haz láser por debajo del cual no se prevé que produzca lesiones biológicas para la piel o para el ojo.

Fuente. Un emisor láser o una superficie reflectante iluminada por láser.

Irradiación (E): La potencia por unidad área, expresada en vatios por centímetro cuadrado (W/cm^2) o vatios por metro cuadrado (W/m^2)

Láser: 1) Acrónimo de amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones. 2) Un dispositivo que produce un haz de radiación óptica intensa, coherente, direccional, estimulando la emisión de fotones mediante transiciones electrónicas o moleculares a niveles de energía inferiores.

8. GENERALIDADES:

- a) Los láseres pueden producir un haz de luz de tal intensidad que el daño permanente al tejido humano, en particular la retina del ojo, puede ser causado instantáneamente, incluso a distancias de más de 10 km. A intensidades más bajas, los rayos láser pueden afectar seriamente el rendimiento visual sin causar daño físico a los ojos.
- b) Para proteger la seguridad de la aviación en las cercanías de los aeródromos, de los helipuertos y de algunas otras zonas tales como: los corredores para aeronaves con reglas de vuelo visual (VFR) a poca altura, es necesario proteger al espacio aéreo afectado frente a haces láser peligrosos.
- c) De conformidad con lo dispuesto en el RAC 14.415 a) 2), el espacio aéreo alrededor de los aeródromos, se designará clasificándolo como zona de vuelo sensible de rayos láser (LSFZ), zona de vuelo crítica de rayos láser (LCFZ) y zona de vuelo sin rayos láser (LFFZ), a fin de impedir que los haces láser visibles interfieran en la visión del piloto, incluso si no se excede de la exposición admisible máxima (MPE). El haz de un láser visible no debe penetrar en ninguna de estas zonas, si la irradiación es superior al nivel de interferencia visual correspondiente, a no ser que se empleen medios adecuados de protección para impedir la exposición del personal. Los láseres con irradiaciones de haz inferiores a la MPE, pero que excedan del nivel sensible o del nivel crítico estarían autorizados para funcionar en la zona sensible o en la zona crítica, respectivamente, si se utilizaran medios adecuados para impedir que las aeronaves entren en la trayectoria del haz.
- d) Las figuras presentadas en la CA RAC 14.415 a) 2) o en el Apéndice 1 de esta circular pueden emplearse para determinar los niveles de exposición y las distancias que permiten dar protección adecuada a las operaciones de vuelo.
- e) Las restricciones sobre el uso de rayos láser en las tres zonas de vuelo protegidas, LFFZ, LCFZ y LSFZ, se refieren solo a rayos láser visibles.
- f) Los emisores láser operados por las autoridades de manera compatible con la seguridad de vuelo están excluidos de estas restricciones. Los ejemplos típicos de láser utilizados para apoyo a la aviación incluyen algunos equipos de medición de la base o la visibilidad de las nubes, algunos dispositivos repelentes de aves y algunos sistemas de guía de atraque de aeronaves. Las autoridades del aeródromo deben asegurarse de que estos láseres tengan el haz dirigido en esa dirección, y/o que los tiempos de operación estén controlados, para garantizar que no se presenten riesgos para las operaciones de la aeronave.
- g) En todo el espacio aéreo navegable, se espera que el nivel de irradiación de cualquier rayo láser, visible o invisible, sea menor o igual a la exposición admisible máxima (MPE) a menos que dicha emisión haya sido notificada a la autoridad utilizando la forma AAC-0203-F2 y se haya obtenido el permiso.
- h) Las zonas de vuelo protegidas se establecen para mitigar el riesgo de operar emisores láser en las cercanías de aeródromos.

9. ZONAS DE VUELO SIN RAYOS LÁSER (LFFZ)

Dentro de esta zona, la intensidad de la luz láser debe restringirse a un nivel que sea poco probable que cause alguna interrupción visual. La irradiación no debe exceder los 50 nW/cm² a menos que se aplique alguna forma de mitigación. El nivel de brillo así producido es indistinguible de la luz ambiental de fondo.

La LFFZ es la parte del espacio aéreo en las proximidades inmediatas del aeródromo, hasta e incluyendo una altura de 600 m (2000 ft) por encima del nivel del suelo (AGL), prolongándose a 3 700 m (2 NM) en todas las direcciones, medidos desde el eje de la pista, más una prolongación de 5600 m (3 NM), 750 m (2500 ft) a cada lado de la prolongación del eje de cada una de las pistas utilizables. Dentro de esta zona se restringe la intensidad de la luz láser a un nivel de perturbación visual improbable. Las siguientes condiciones se aplican a la LFFZ:

- a) Las pistas paralelas se miden desde el eje de la pista hacia los márgenes más alejados, más el espacio aéreo entre los ejes de pista;
- b) Dentro de este espacio aéreo, la irradiación no ha de exceder de 50 nW/cm² a no ser que se aplique alguna forma de mitigación. El nivel de brillo así producido no se distingue de la luz ambiente de fondo; y
- c) Para permitir operaciones láser por debajo de la trayectoria de llegada, puede aplicarse una pendiente de 1:40 a las prolongaciones de 5600 m., esta pendiente se calcula a partir del umbral de la pista.

10. ZONAS DE VUELO CRÍTICAS DE RAYOS LÁSER (LCFZ)

Dentro de esta zona, la irradiación no debe exceder los 5 μW/cm² a menos que se aplique alguna forma de mitigación. Aunque es capaz de causar efectos de deslumbramiento, esta irradiación no producirá un nivel de brillo suficiente para causar ceguera al flash o efectos posteriores a la imagen.

La LCFZ es el espacio aéreo hasta una distancia de 18500 m (10 NM) del punto de referencia de aeródromo (ARP), desde la superficie hasta e incluyendo una altura de 3050 m (10000 ft) AGL (véase el Apéndice 1 a esta circular). Pudiera ser necesario ajustar esta zona con miras a satisfacer los requisitos del tránsito aéreo. Dentro de este espacio aéreo la irradiación no ha de exceder de 5 μW/cm², a no ser que se aplique alguna forma de mitigación. Esta irradiación, aunque es capaz de causar efectos de deslumbramiento, no producirá ningún nivel de brillo suficiente para causar ceguera de destellos o efectos de imágenes secundarias.

11. ZONAS DE VUELO SENSIBLES DE RAYOS LÁSER (LSFZ)

Dentro de esta zona, la irradiación no debe exceder los 100 μW/cm² a menos que se aplique alguna forma de mitigación. El nivel de brillo así producido puede comenzar a producir ceguera al flash o efectos posteriores a la imagen de corta duración; sin embargo, este límite proporcionará protección contra efectos graves.

La LSFZ es la parte del espacio aéreo fuera de la LFFZ y de la LCFZ en la que la irradiación no ha de exceder de 100 μW/cm², a no ser que se aplique alguna forma de mitigación. El nivel de brillo así producido puede empezar a causar ceguera de destellos o efectos de imágenes secundarias de corta duración; sin embargo, este límite proporcionará protección frente a efectos graves. La LSFZ no es necesariamente contigua a las otras zonas de vuelo.

12. ZONA NORMAL DE VUELO (NFZ)

La NFZ es cualquier parte navegable del espacio aéreo no definida como LFFZ, LCFZ o LSFZ. La NFZ debe estar protegida frente a radiación láser capaz de causar lesiones biológicas al ojo. El máximo nivel de irradiación (MIL) debe ser igual o menor que la exposición admisible máxima (MPE).

En el Apéndice 1 a esta circular se definen las zonas establecidas para proteger a las aeronaves en el espacio aéreo navegable. Las dimensiones indicadas constituyen una orientación, pero se ha comprobado que protegen bien a la seguridad.

La magnitud del espacio aéreo afectada por alguna operación láser varía con la potencia de salida de los sistemas láser que se mide en vatios o joules. Pueden utilizarse los siguientes niveles de irradiación máxima (MIL) para evaluar actividades láser en las proximidades inmediatas de un aeródromo:

13. PELIGROS:

13.1. El puntero láser rojo que se ve comúnmente en las aulas y salas de conferencias son dispositivos de baja potencia de menos de un milivatio (mW). Normalmente se trata de un dispositivo láser de "Clase 2" (cuanto mayor es el número de clase, mayor es el peligro), con una potencia insuficiente para causar daños físicos reales, aunque todavía requieren cuidado en su funcionamiento y uso.

13.2. Los punteros láser verdes están disponibles con una potencia máxima de 5 mW y se clasifican como "dispositivo láser de Clase 3R" (más peligroso que la Clase 2). La sensibilidad máxima del ojo a la luz visible es alrededor de la longitud de onda de un láser verde, y el ojo interpretará que una luz láser verde de una potencia dada es hasta 30 veces más brillante que un láser rojo de la misma potencia. La exposición directa de los ojos a un rayo láser de Clase 3R puede provocar una discapacidad visual temporal.

13.3. Se requeriría cierto esfuerzo para infligir daño ocular real con un puntero láser verde de 5 mW, ya que tanto la baja potencia como la defensa natural del ojo (reflejo parpadeante) se combinarían para limitar el daño potencial. Sin embargo, algunos proveedores ahora están anunciando punteros láser verdes de mayor potencia (de 10 a 400 mW) que son definitivamente dañinos y pueden causar daño ocular permanente.

13.4. La gravedad y la duración de la discapacidad visual varían significativamente, dependiendo de la intensidad y la longitud de onda de la luz, el estado actual de adaptación de la luz (u oscuridad) del individuo e incluso la pigmentación de la piel (color de ojos) de la persona. Los efectos de la exposición a un rayo láser incluyen:

- Distracción: el efecto deslumbrante en el ojo puede ser una distracción importante, particularmente en situaciones de alta carga de trabajo (por ejemplo, despegue, aproximación y aterrizaje).
- Discapacidad visual temporal: efectos visuales adversos que incluyen, deslumbramiento (una interrupción temporal de la visión causada por la luz brillante dentro del campo de visión de un individuo); ceguera al flash (la incapacidad de ver, causada por la luz brillante que ingresa al ojo) que persiste después de que la iluminación ha cesado; e imagen posterior (una imagen que permanece en el campo visual después de la exposición a una luz brillante).
- Lesión ocular: daño temporal o permanente en el ojo causado por la exposición a la luz láser.

13.5. La iluminación láser de la aeronave puede causar distracción, desorientación e incomodidad para los pilotos, lo que resulta en una situación potencialmente peligrosa durante las fases críticas del vuelo.

14. FUNCIÓN DEL SERVICIO DE TRÁNSITO AÉREO:

14.1. Tan pronto como sea posible después de que ocurra la iluminación láser, la tripulación de vuelo debe informar el incidente por radio a la unidad ATC correspondiente. Los informes expeditos permitirán al ATC alertar a otros pilotos sobre el peligro y ayudarán a los gestores de seguridad del aeropuerto a localizar la fuente de las transmisiones láser.

14.2. El informe de radio inicial para ATC debe incluir lo siguiente:

- Señal de llamada de la aeronave
- Naturaleza del informe (iluminación láser)
- Posición de la aeronave en el momento del suceso.
- Altitud de la aeronave en el momento de ocurrencia
- Color del láser
- Ubicación del origen de la fuente de luz o dirección relativa y distancia estimada de la aeronave.
- Cualquier otra información que pueda ayudar con la identificación de la fuente del suceso. Los pilotos deben evitar mirar directamente a la fuente (la prioridad es minimizar los efectos de la exposición).

14.3. Todas las Unidades ATC informadas de una ocurrencia de iluminación láser proporcionarán información relevante a las siguientes aeronaves dentro del espacio aéreo controlado. La Unidad ATC involucrada también se comunicará con su dependencia, quienes realizarán las comunicaciones necesarias con los gestores de seguridad del aeródromo y con el encargado del SMS del aeródromo (si se determina que la ocurrencia es dentro del aeródromo) lo antes posible y les proporcionará información detallada para ayudarlos a localizar la fuente del láser. Para el caso en que se determine que la ocurrencia es fuera del aeródromo, la dependencia se comunicará únicamente al encargado del SMS del aeródromo.

15. PAPEL DEL PILOTO:

15.1. El momento y el lugar de una iluminación no autorizada de una aeronave por un láser es difícil de predecir, aunque existe evidencia de que las aeronaves que operan en ciertos lugares, particularmente alrededor de los aeropuertos, están cada vez más expuestas a una iluminación no autorizada.

Siempre que sea posible, se deben evitar los vuelos dentro de las áreas de actividad reciente de láser o luz brillante. Los pilotos que operan en espacio aéreo controlado deben obtener una autorización ATC antes de desviarse de su ruta de vuelo, habiendo abordado primero las preocupaciones de seguridad inmediatas.

15.2. En el caso de que un piloto encuentre una iluminación láser no autorizada de una aeronave, se recomiendan las siguientes acciones:

- No mire directamente al rayo láser; evite o proteja los ojos si es posible.
- Si su visión se ve afectada, entregue el control (suponiendo un equipo de dos pilotos y que el otro piloto no se haya visto afectado).
- Las tripulaciones que vuelan manualmente aeronaves equipadas con modernos pilotos automáticos y sistemas de gestión de vuelo (FMS) pueden necesitar considerar el

reenganche del piloto automático y el uso de FMS para ayudar al control de la ruta de vuelo.

- Encender la iluminación de la cabina puede ayudar a superar las secuelas de "flash" (la visión periférica aún puede ser efectiva).
- No frotar los ojos después de la exposición.
- Si experimenta algún efecto persistente, busque atención médica después del aterrizaje, tomando como referencia los procedimientos descritos en el apartado 17 de esta circular.
- Informar la ocurrencia de inmediato al ATC y lo antes posible a través de su canal de informes normal.

15.3. Todos los titulares de COA deben asegurarse de que su tripulación tenga a la mano información de orientación sobre las acciones inmediatas que deben tomarse para mitigar los efectos si su avión es blanco de una iluminación láser.

La guía también debe incluir acciones de seguimiento, incluida la necesidad de informar el incidente. Se debe alentar a los miembros de la tripulación a buscar atención médica si la exposición ocular a un láser es más que transitoria o si hay algún efecto persistente.

16. PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN DEL AEROPUERTO:

16.1. Las autoridades del aeródromo deben garantizar que cualquier láser tenga el haz dirigido en una dirección, y / o que los tiempos de operación estén controlados, para garantizar que no se presenten riesgos para las operaciones de la aeronave.

Las emisiones láser que excedan cualquiera de los límites o penetren en las zonas protegidas descritas en RAC 14.415 a) 2) deberán extinguirse, seleccionarse o modificarse de otro modo para eliminar la fuente de peligro.

16.2. El aeropuerto debe monitorear la zona de vuelo libre del rayo láser como parte de las inspecciones de servicio del aeropuerto.

16.3. Para cualquier nuevo trabajo con luz en las cercanías del aeropuerto, el aeropuerto notificará a la AAC, que tiene la autoridad para tomar medidas en caso de cualquier deficiencia potencial.

16.4. Si se detecta una violación del láser durante las inspecciones, debe evaluarse y examinarse lo antes posible para determinar el alcance de las infracciones y los cambios en la información publicada. Si exceden los límites especificados en la RAC 14, el aeropuerto emitirá un NOTAM y notificará a AIS.

16.5. El encargado del SMS informará por medio de la Forma AAC-0203-F1 al Departamento de Seguridad Operacional del Estado - SSP de la AAC dentro de las próximas 24 a 72 horas dependiendo la gravedad, complejidad y afectación del evento a la seguridad operacional.

17. PAPEL DEL ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD OPERACIONAL DEL ESTADO - SSP DE LA AAC:

17.1. Elaborar un control estadístico de deslumbramientos con haz láser.

17.2. La información proporcionada ayudará a la AAC a identificar las áreas clave de riesgo y determinar la mitigación y las soluciones apropiadas en conjunto con otras instituciones.

18. RECONOCIMIENTO MÉDICO DESPUÉS DE UNA ILUMINACIÓN SOSPECHOSA DE HAZ LÁSER

18.1. Generalidades

La siguiente información proporciona orientación para el reconocimiento médico y la evaluación de aquellos que pudieran haber sido expuestos a un haz láser:

18.2. Procedimiento

18.2.1. Debería realizarse un reconocimiento básico de los ojos de cualquier persona que se sospeche ha sido expuesta a un haz láser para verificar que no han ocurrido lesiones permanentes y para confirmar que tiene una salud ocular normal. El reconocimiento básico puede completarlo un optometrista, un oftalmólogo o un examinador médico designado.

Examen ocular básico

- Descripción detallada del evento
- Reconocimiento externo
- Agudeza visual de la forma mejor corregida (cercana y lejana) en cada ojo por separado
- Réticula Amsler para cada ojo por separado
- Estereopsis (especifique la prueba utilizada)
- Prueba de visión de colores con placas seudoisocromáticas en cada ojo por separado
- Campos visuales de confrontación de cada ojo por separado
- Fundoscopia sin dilatación en cada ojo por separado

18.2.2. Si los resultados de este reconocimiento son normales y la persona no tiene quejas visuales persistentes, no son necesarios otros reconocimientos.

18.2.3. Si los resultados del reconocimiento básico son anormales o están en duda, debería realizarse un reconocimiento ocular intermedio para evaluar la condición de los ojos de la persona. Puede completar el reconocimiento intermedio un optometrista o un oftalmólogo.

Reconocimiento ocular intermedio

- Pupilas de cada ojo por separado
- Lámpara subdividida de cada ojo por separado
- Campos visuales automatizados de cada ojo por separado
- Motilidad (conductos y versiones, prueba de cubierta)
- Fundoscopia con dilatación en cada ojo por separado.

18.2.4. Si los resultados de este reconocimiento son normales y la persona no tiene quejas visuales persistentes, no son necesarios otros reconocimientos.

18.2.5. Si los resultados del reconocimiento ocular intermedio son anormales o si las quejas visuales continúan, la persona debería consultar a un oftalmólogo (de preferencia a un especialista de retina, según lo aconseja la sección de medicina aeronáutica de la autoridad competente. Este oftalmólogo debería realizar un reconocimiento ocular avanzado.

Reconocimiento ocular avanzado

- Fotografía de la retina
- Pruebas completas de visión de colores (incluyendo pruebas de azul/amarillo)
- Pruebas electrodiagnósticas, según sea necesario
- Exploración de oftalmoscopia láser, de ser necesaria
- Angiografía de fluoresceína, según sea necesario

19. INGRESO DE INFORMACIÓN:

La Forma AAC-0203-F1, deberá ser enviada al Departamento de Seguridad Operacional del Estado - SSP de la AAC; de manera rápida y oportuna, lo que permitirá realizar las gestiones necesarias para prevenir futuros eventos.

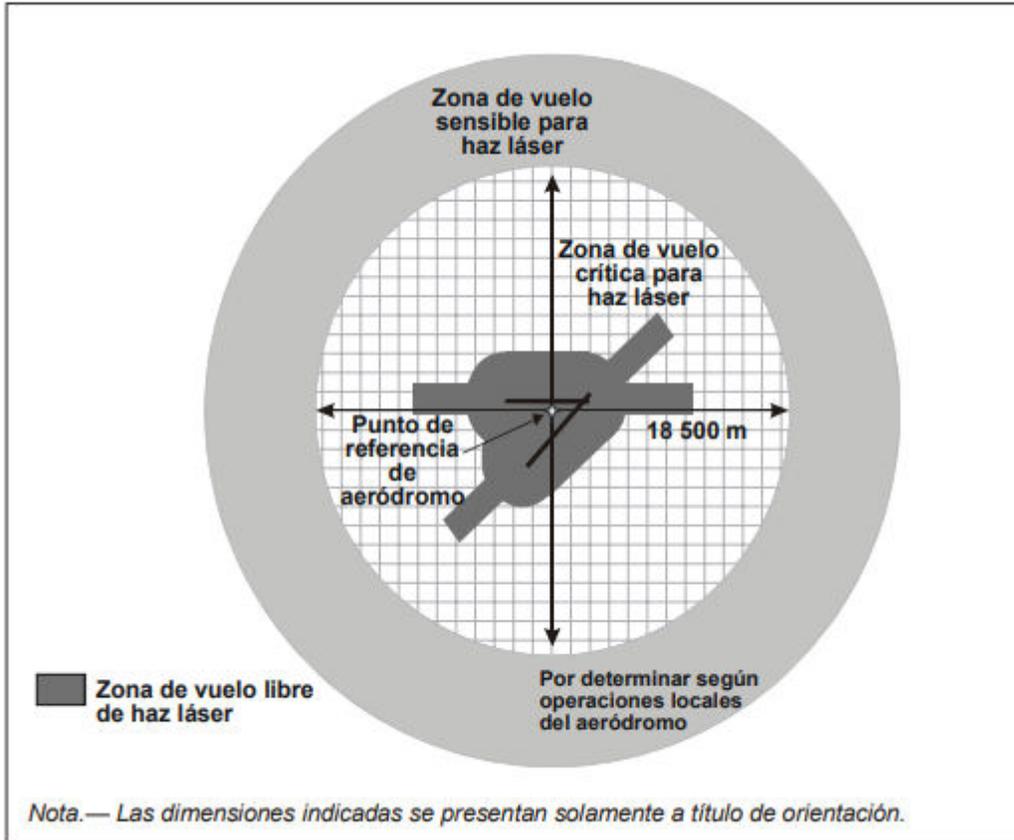
20. COMENTARIOS:

Comentarios acerca de esta Circular de Asesoramiento favor enviarlos al Departamento de Organización, Métodos y Regulaciones de la Autoridad de Aviación Civil, Km. 9 ½ Carretera Panamericana, Ilopango, El Salvador teléfono: (+503) 2565-4400 o a la dirección de correo electrónico: omr@aac.gob.sv

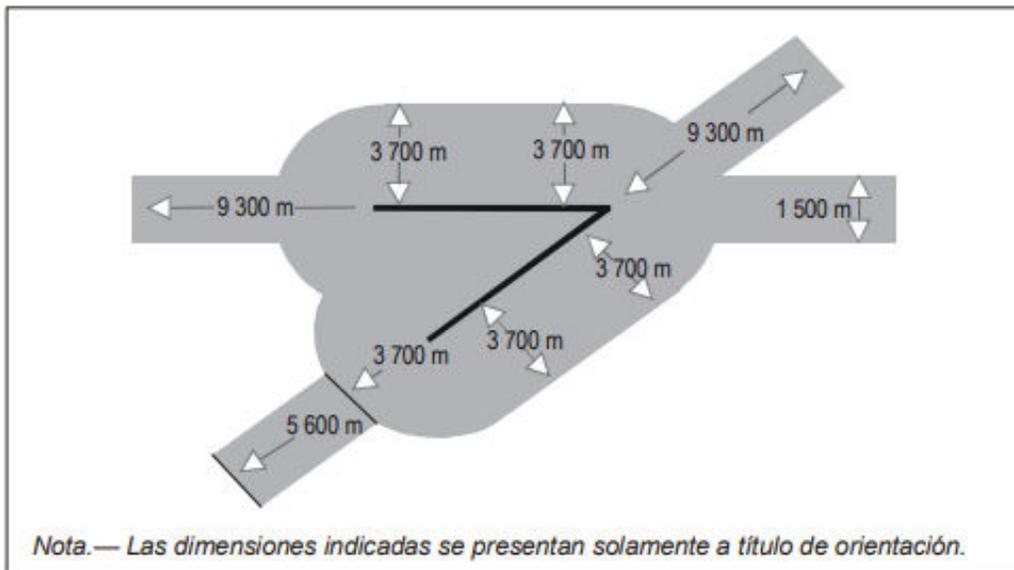



Ing. Jorge Alberto Puquirre
Director Ejecutivo
AUTORIDAD DE AVIACION CIVIL

Apéndice 1 – Restricciones del espacio aéreo



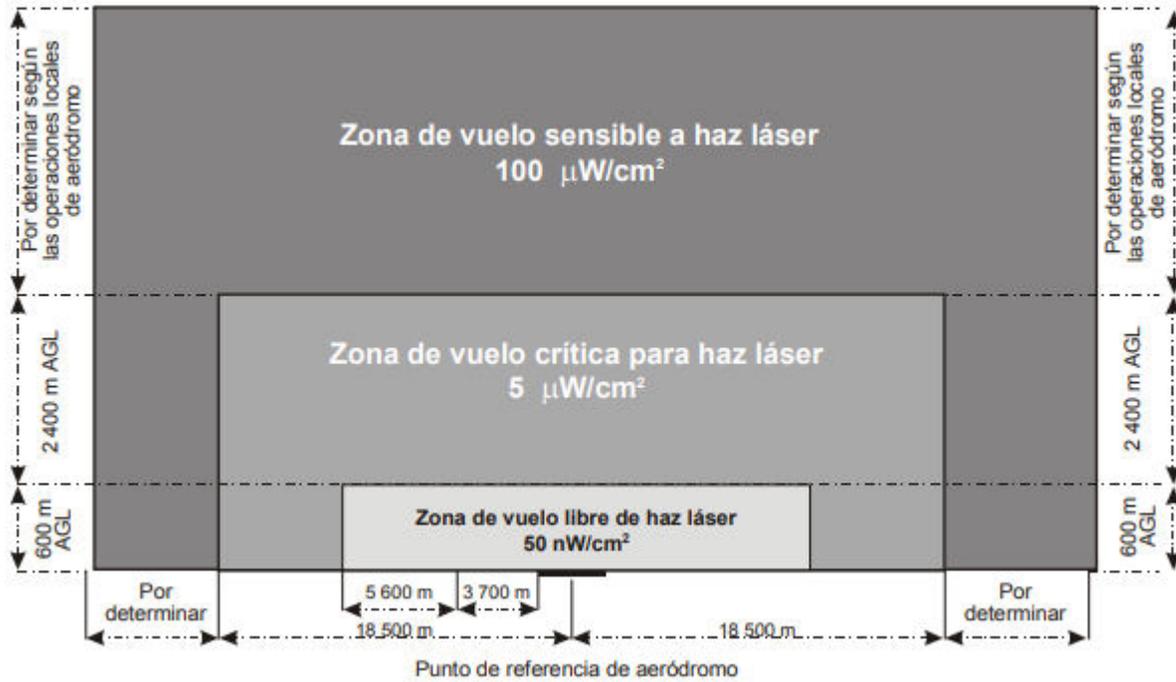
Zonas de vuelo protegidas



Zona de vuelo libre de rayos láser para pistas múltiples (LFFZ)

ZONAS DE VUELO PROTEGIDAS

Elevación



Zonas de vuelo protegidas con indicación de niveles máximo de irradiación para hacer láser visibles