



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

TRABAJO DE REVISIÓN

JORGE MANZANERA OBREGÓN

CODIGO: 2000347

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA Y AEROESPACIAL
TRABAJO DE REVISIÓN – OPCIÓN DE GRADO
SEMINARIO DE GRADO
BOGOTA, ABRIL
2017**

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?



TRABAJO DE REVISIÓN

“¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?”

Trabajo realizado como opción de grado para optar al título de Especialista en Administración Aeronáutica y Aeroespacial

Línea de investigación: Investigación y Tecnología

JORGE MANZANERA OBREGÓN

CÓDIGO: 2000347

DOCENTE

ÁLVARO MOLANO VALBUENA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA Y AEROESPACIAL

TRABAJO DE REVISIÓN – OPCIÓN DE GRADO

SEMINARIO DE GRADO

BOGOTA, ABRIL

2017

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Contenido

Resumen

1. Introducción	1
2. Operación y Navegación en las Condiciones del Espacio Aéreo Colombiano. ...	3
2.1. Áreas de operación.....	5
2.2. Navegación.....	6
2.3. Seguridad operacional.....	7
2.4. Aeródromos.....	8
2.5. Seguridad aeroportuaria	8
3. Estructura Logística de la Operación	9
3.1. Combustible.....	9
3.2. Repuestos	10
3.2.1. Logística nacional.....	10
3.2.2. Comercio exterior	11
3.3. Almacén	12
3.4. Personal	13
4. Planteamiento de Gestión de Aeronavegabilidad Continuada.	14
4.1. Estructura general	14
4.2. Mantenimiento	15
4.3. Ingeniería	16
4.4. Control Calidad.....	17
4.5. Aseguramiento de la Calidad.....	17
4.6. Servicios tercerizados.....	18
4.7. Garantías.....	18
5. Reglamentación	18
5.1. Regulación para aerostatos	19
5.2. Regulación para aerodinos	19
6. Mercado Objetivo	20
6.1. Agricultura	21
6.2. Minería	22
6.3. Cultura.....	23
7. Proyección Extraterritorial	23

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

8. Actividades Especiales	24
9. Conclusiones	25
10. Bibliografía	28

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Resumen

A lo largo del documento veremos como las nuevas tecnologías en dirigibles híbridos pueden potencializar el desarrollo de las poblaciones más vulnerables del territorio Colombiano. El análisis está orientado a ver cómo tales aparatos pueden operar en el territorio nacional, determinar su soporte logístico y así mismo se plantea una estructura de aeronavegabilidad continuada y se analiza la adaptación de la reglamentación a este nuevo escenario. Se podrá apreciar cómo el potencial de estos aparatos en la complejidad de la geografía colombiana da pie a pensar que estamos frente a una puerta al desarrollo igualitario del país y tal vez, llevarlo más allá de las fronteras de Colombia.

1. Introducción

El dirigible no es un elemento nuevo en los cielos del mundo pues se conocieron por primera vez en Europa y sus bondades fueron inmediatamente apreciadas por países y empresas privadas. Para comienzos del siglo XX, donde el ala fija aun no desarrollaba capacidades representativas, estos aparatos tenían un gran valor comercial y militar ya que su capacidad de carga y largo alcance les permitían transportar de manera eficiente pasajeros y mercancías, incluso a través del Atlántico, sin dejar de lado el aporte que prestaban a la actividad militar y de vigilancia. Infortunadamente, el dinámico crecimiento en capacidades y rendimiento de aeronaves de ala fija hacia los años 30, sumado a accidentes con víctimas fatales sentenciaron la era del dirigible como hasta entonces se conocía.

Sin embargo, en los últimos años las empresas con más trayectoria en la industria aeroespacial han retomado el dirigible no solo como medio de transporte de pasajeros y carga sino también para aplicaciones militares y de investigación científica. A diferencia de los dirigibles que vimos a finales de 1930 los nuevos diseños son considerados Dirigibles Híbridos por combinar dos principios de sustentación, por una parte el efecto del gas al interior del globo que genera un efecto aerostático de sustentación por flotación, y por otra, el flujo del aire al avanzar por las formas del globo genera un efecto aerodinámico, característica que resulta en un elemento de transporte aéreo de muy buena capacidad a bajo costo, además de su habilidad para aterrizar en casi cualquier superficie, incluida el agua.

Como prueba de lo anterior, es importante considerar que la industria privada le cree a esta tecnología, desde la de Estados Unidos hasta el la del Reino

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Unido, donde hay empresas que están produciendo estos artefactos con capacidades de carga desde 10 hasta 20 toneladas (Lockheed Martin, 2015), con proyección de llegar a 60 toneladas en el futuro (Hybrid Air vehicles, sf). Más recientemente, la empresa Lockheed Martin ha vendido a la empresa Straightline Aviation doce dirigibles híbridos para operar el sistema en Alaska, Estados Unidos (Wells, 2016), donde el acceso de equipo y herramienta es muy complicado.

Por otra parte, el gobierno colombiano en su política de prosperidad para todos, viene haciendo una serie de inversiones en infraestructura orientada a conectar los centros productivos del país con las grandes capitales, lo cual es sin duda el primer y más evidente paso necesario para darle a Colombia la estructura logística con la que debe competir a nivel global. No obstante, existen zonas del territorio nacional que por geografía, recursos o densidad poblacional parecen haber quedado en el olvido de tal política como es el caso de la Costa Pacífica, la Amazonía y los Llanos Orientales, las cuales han recibido baja inversión en comparación con otras regiones, condición que ha limitado la gobernabilidad del Estado en estas zonas apartadas, proliferando economías aisladas que favorecen la ilegalidad.

Las características técnicas de los nuevos diseños de dirigibles sumadas al entorno geográfico y social colombiano son el punto de partida para que el objetivo general de este documento sea el de buscar determinar la factibilidad de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos. Para este propósito, se han planteado como objetivos específicos el análisis de la operación y navegación en las condiciones del espacio aéreo colombiano, la revisión de la estructura logística de la operación, el planteamiento de la gestión de aeronavegabilidad continuada, el cumplimiento de la reglamentación vigente, un análisis de la proyección extraterritorial del sistema más allá del espacio aéreo

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

nacional, algunas misiones especiales que está en capacidad de cumplir y el mercado objetivo.

2. Operación y Navegación en las Condiciones del Espacio Aéreo Colombiano.

En Colombia nos acostumbramos a importar sistemas y tecnologías de países más desarrollados y si bien no tenemos una geografía que facilite la conectividad, no podemos quedarnos en las tecnologías que sostienen el aparato productivo de las potencias esperando que aquí produzcan el mismo resultado. Infortunadamente, no hay forma de llegar a las poblaciones más apartadas por vía terrestre o férrea sin generar un importante daño ambiental y la vía fluvial no solo está limitada a las poblaciones apostadas a sus orillas sino que también se ve duramente afectada por la variabilidad del calado producto de las temporadas de sequía y lluvias, lo que hace que no se pueda garantizar su capacidad todo el año.

Por medio de recursos estatales tales como la Fuerza Aérea Colombiana a través de Satena y la Armada Nacional a través de los programas de acción integral de la Infantería de Marina, a través de las vías aéreas y fluviales se han mitigado de alguna manera los problemas sociales que se han ido acumulando con el paso del tiempo, pero no dejan de ser alternativas efímeras e insostenibles que no garantizan los mismos niveles de bienestar y prosperidad de las que disfrutamos en la zonas más pobladas de Colombia.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Similar a la forma como se puede plantear un servicio aéreo, un sistema de integración territorial basado en dirigibles debe cumplir con lo estipulado en los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos (RAC) Capítulo 4 o RAC 4¹ y RAC 3².

Así mismo, se deben tener en cuenta las necesidades de las zonas que van a cubrir para determinar los equipos y el personal adecuados de acuerdo con RAC 2³ a fin de minimizar el riesgo de accidentes o errores administrativos que afecten la credibilidad y confianza en el sistema.

Normalmente el transporte aéreo como lo conocemos no se integra a modelos multimodales por que no se utiliza para mover carga de bajo valor comercial o pasajeros en rutas de baja demanda. Sin embargo, el uso de dirigibles híbridos puede marcar un eslabón de enlace entre todos los modos de transporte, llevando a Colombia no solo a ser pionera en este tipo de integraciones, sino a mejorar la presencia del Estado en cada rincón de la nación.

Teniendo en cuenta que estos aerostatos tienen un componente de flotación para sustentarse en el aire, el cual está ligado a la densidad del aire, no se puede pretender que tengan el mismo rendimiento de un avión de carga, lo que quiere decir, que no podrán alcanzar las mismas alturas restringiendo su operación a ciudades o poblaciones de alturas medias y bajas, por lo que su uso debe limitarse a ciertos corredores aéreos.

¹ El RAC 4 establece la regulación sobre Normas de Aeronavegabilidad y Operación de Aeronaves.

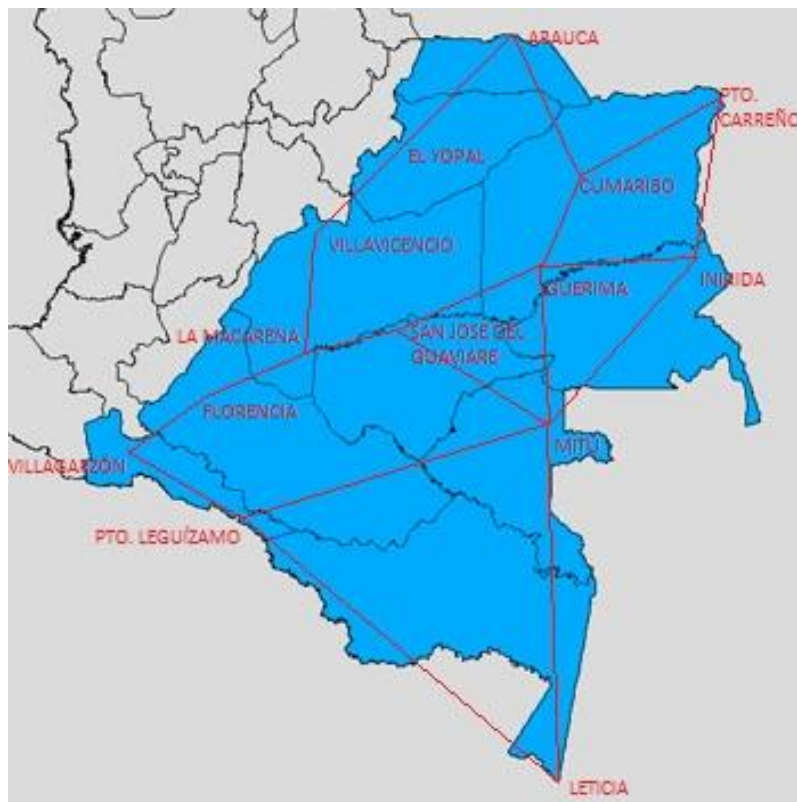
² El RAC 3 establece la regulación sobre Actividades Aéreas.

³ El RAC 2 establece la regulación sobre Personal Aeronáutico.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

2.1. Áreas de operación

Dada la extensión de la selva colombiana, los escenarios más urgentes son la Orinoquía y el Amazonas. A manera de referencia, sin ser una propuesta definitiva, se puede ver en la Gráfica 1 cómo se pueden conectar las poblaciones más relevantes del área con ciudades y poblaciones intermedias que brinden apoyo logístico, de mantenimiento y operacional al sistema. Desde estos puntos se pueden atender a poblaciones más pequeñas cercanas a estas locaciones que necesitan mejorar su conectividad.

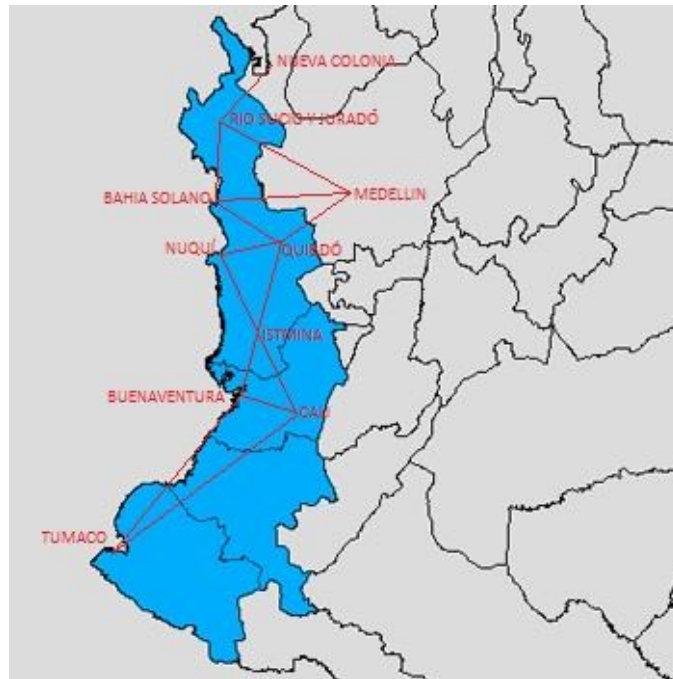


Gráfica 1. Ilustración de rutas del sistema en el Orinoco y el Amazonas. Fuente: La Silla Vacía (2014)

El otro escenario donde se ve la aplicabilidad del sistema es en la Costa Pacífica Colombiana, región que se sostiene con la agricultura y la minería y que

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

escasamente se conecta a través de ríos. De igual manera, se puede plantear un corredor entre las grandes ciudades y las poblaciones apartadas como se indica en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Ilustración de rutas del sistema en el Pacífico. Fuente: La Silla Vacía (2014)

Las rutas definitivas en las zonas de operación consideradas exceden el alcance de este documento por lo que su definición y establecimiento deben ser desarrollados en otro documento con base en estudios actualizados.

2.2. Navegación

En materia de navegación existe una red de radio ayudas a la navegación aérea tipo VOR y DME que le permiten a las plataformas bajo consideración desplazarse con seguridad a lo largo de la zona de operación. Sin embargo, en algunos

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

aeródromos hará falta inversión estatal en radio ayudas de salida y aproximación para así ajustarse al RAC 6⁴. En adición, nuevas rutas deben ser habilitadas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC)⁵ y en aplicación de las nuevas tecnologías de navegación aérea que impulsa Colombia, los dirigibles híbridos deberán llevar instalados los equipos necesarios para realizar navegación PBN⁶/RNAV⁷, tanto por seguridad como por reducción de tiempos

2.3. Seguridad operacional

La operación de dirigibles debe ir acompañada de un sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) de acuerdo con lo establecido en el RAC 219⁸, donde básicamente se definen los lineamientos para la implementación de un sistema SMS en el que se define el personal a implementar, sus funciones y responsabilidades, así como los procedimientos para gestión del riesgo, entre otros aspectos.

Teniendo en cuenta el modo de vuelo y los corredores de operación de un dirigible híbrido, los riesgos operacionales son algo diferentes en comparación con los de las aeronaves convencionales pues sumado a un FOD⁹ existirá también el

⁴ El RAC 6 establece la regulación sobre la Gestión del Tráfico Aéreo.

⁵ La UAEAC es una dependencia del Ministerio de Transporte de Colombia que regula toda actividad de aviación civil en el país.

⁶ Based Performance Navigation es un estándar de precisión definido para la navegación, aplica para navegación Required Navigation Performance (RNA) y Navegación de Área o Random Navigation (RNAV).

⁷ Random Navigation (RNAV) es un tipo de vuelo por instrumentos que le permite a la aeronave navegar apoyado en radio ayudas como referencia en una trayectoria más directa al destino.

⁸ El RAC 219 establece la regulación sobre la Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS)

⁹ Los Foreign Object Debris (FOD) son elementos extraños en las pistas y plataformas que pueden causar accidentes al interferir con la operación de la aeronave.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

riesgo de animales, de mala calidad del descanso de las tripulaciones o de enfermedades tropicales, por citar algunos ejemplos.

2.4. Aeródromos

Si bien los dirigibles no necesitan más que una pequeña superficie para decolar y aterrizar, estas deben estar debidamente señalizadas de acuerdo con el RAC 14¹⁰ para poder hacer aproximación segura y de ser posible, operación nocturna. De la misma manera, se hace indispensable una estación meteorológica, de comunicaciones y una torre de control que se haga responsable del tráfico en la zona.

Al atender pasajeros y carga se hace necesario cumplir con la normatividad del RAC 14, donde al operador del aeródromo se le exigirá unos controles de pasajeros, maletas y carga, así como infraestructura para atender pasajeros como salas de espera y baños, además de bodegas para el caso de la carga.

2.5. Seguridad aeroportuaria

En cuanto a la seguridad aeroportuaria se espera una importante adecuación en instalaciones ya que operar aeronaves de gran tamaño en zonas agrícolas donde tradicionalmente han habido bandas criminales, incrementa el riesgo de actos de interferencia ilícita como toma por la fuerza del aerostato, de las instalaciones, o la presencia de situaciones que afecten la imagen del operador como es el caso de contrabando y narcotráfico. Por esta razón, es importante invertir en personal

¹⁰ El RAC 14 establece la regulación sobre Aeródromos.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

entrenado con su correspondiente estudio de seguridad, así como en tecnologías de la vigilancia tales como circuito cerrado de televisión y sensores.

3. Estructura Logística de la Operación

No hay un sistema que funcione sin una estructura logística y en muchos casos, el correcto planteamiento de esta es la diferencia entre la sostenibilidad y el fracaso de los proyectos. En el caso que nos compete, es indispensable una gestión logística adecuada, pues las condiciones de operación en las que se prevé trabajen los dirigibles híbridos no son las más fáciles de atender.

3.1. Combustible

En materia de consumibles, la operación de estos elementos tiende a ser algo similar a la de una aeronave, aunque claramente por sus características de funcionamiento los números difieren un poco.

En este punto se debe hacer un esfuerzo grande pues tener combustible disponible en las zonas apartadas no es fácil. Se requiere acondicionar las poblaciones de estas regiones apartadas con infraestructura tal como tanques con capacidad suficiente que cumplan como mínimo con la normatividad API¹¹ y líneas de alimentación al aerostato.

¹¹ El American Petroleum Institute (API) define los estándares de calidad, seguridad y operación para las facilidades asociadas a la industria de los combustibles.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Dado que normalmente el operador del sistema no se involucra en la infraestructura de suministro de combustible, el proveedor del producto debe ser un actor externo especializado en la materia que cumpla con lo dispuesto por la autoridad aeronáutica nacional. Sin embargo, este punto es crítico pues en los Llanos Orientales y el Chocó no existe una infraestructura robusta para la contratación y provisión de estos servicios, razón por la cual, la conformación de este sistema amerita inversiones de terceros en el área de operación.

3.2. Repuestos

Como los dirigibles híbridos son componentes dinámicos, estos están sometidos a un desgaste y control por parte del operador. De la misma manera como pasa en la aviación convencional, el artefacto volador no puede quedar en tierra por falta de repuestos por lo que es imperativo desarrollar una cadena de suministros para garantizar la disponibilidad de los mismos en el momento oportuno en que se requieran. Aunque hay casos donde el imprevisto no permite esta eficiencia en la logística, el servicio programado y bien planeado es necesario para garantizar la regularidad y la seguridad de la operación del sistema.

3.2.1. Logística nacional

Aunque los equipos sean fabricados en el exterior, existen repuestos y consumibles que se pueden fabricar y comercializar de manera local, este es el caso de bombillos, cables, tapizados, cojinería, guantes y otros elementos. La logística nacional entonces no solo debe disminuir los costos sino también facilitar la llegada de los elementos al área de trabajo.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

El procedimiento para contratar productos y servicios a nivel nacional no es para nada complejo. Normalmente se forma una base de datos con un grupo de empresas que previamente han demostrado cumplir con los estándares de calidad aplicables y por medio de transferencias de dinero se coordina la comercialización de productos.

3.2.2. Comercio exterior

En tanto Colombia no potencie su industria aeronáutica, muchas de las piezas del equipo deben ser provistas desde el exterior, bien sea por intermedio del fabricante de equipo original (OEM)¹² o por un Fabricante de Partes Aprobadas (PMA)¹³ que tenga la pieza incluida en el Catálogo de Partes Ilustradas (IPC)¹⁴. Dados los procedimientos aduaneros en Colombia, este proceso es bastante largo y costoso en comparación con otros países.

Existen mecanismos que pueden aplicar a la gestión logística de un sistema de dirigibles híbridos que aceleren el proceso aduanero como es el caso de contar con un personal in-house¹⁵ de la agencia de aduana o aprovechar las Zonas Francas como centros de acopio, las cuales corresponden a estrategias a considerar para mitigar este inconveniente. El registro de proveedores en este

¹² Un Fabricante de Equipo Original (OEM) es un proveedor que fabrica las piezas que son vendidas por el proveedor del producto final.

¹³ Los componentes producidos por un Fabricante de Partes Aprobadas están incluidos en el Catálogo de Partes Ilustrado (IPC) más sin embargo los produce un proveedor diferente al elegido por el fabricante.

¹⁴ El Catálogo de Partes Ilustrado contiene referencia de todas las partes que pueden ser instaladas en la aeronave.

¹⁵ El personal In-House hace parte de la agencia de aduana pero labora desde las oficinas del cliente a fin de atender exclusivamente sus necesidades.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

caso es muy similar al de las compras nacionales pues el entendimiento previo con los proveedores dinamiza la operación comercial.

3.3. Almacén

Los procesos logísticos siempre tienen como núcleo un almacén, el cual funciona como centro de acopio y distribución. Es fundamental para el sistema desarrollar en forma ordenada uno o varios almacenes primarios y unos almacenes secundarios en función de la demanda del sistema. Estos deben tener donde se requiera, cuartos con ambiente controlado y deben estar ubicados estratégicamente para facilitar el desplazamiento de la mercancía.

En aviación, no solamente pasan mercancías por el almacén sino también la trazabilidad del material, razón por la cual ningún producto puede ser recibido si no ha sido previamente revisado por un inspector autorizado. De igual manera, cuando un elemento sale al servicio o en venta del almacén, este adjunta su trazabilidad.

El control de repuestos, una vez aceptados y registrados, es responsabilidad del almacén, lo cual no es un tema menor ya que en muchos casos los componentes tendrán controles por calendario¹⁶ y habrá elementos con controles vencidos que por ninguna razón pueden terminar instalados en una aeronave. Así mismo, la herramienta y consumibles que se envíen para los servicios de aeronavegabilidad continuada también deben ser verificados en cuanto al estado de calibración y vencimiento, en forma previa a su despacho.

¹⁶ Algunos componentes que se usan en aviación deben ser inspeccionados, probados, reparados, retirados, o la acción que aplique cada cierto tiempo independiente de la intensidad de la operación.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Fundamental en la logística del sistema es el despacho de elementos pues es común que el operador tenga medios para transportar mercancía y por esta razón, se debe contar con una empresa especializada confiable y solvente que no ponga en riesgo los envíos por inoperancia.

3.4. Personal

El personal idóneo para esta labor es el profesional en Ingeniería Industrial y/o Administración de Empresas, ya que no están directamente involucrados con temas técnicos y para los cuales no es necesario ningún tipo de certificado o aprobación de la autoridad aeronáutica. Sin embargo, es preferible contar con personal que tenga educación de posgrado sobre todo en materia de comercio exterior ya que es el eslabón de la cadena donde por lo general se presentan los problemas más complejos.

De otra parte, no es muy profunda la capacitación que se da al personal de almacén, pero esta reduce el riesgo contar con gente que no tenga con experiencia en aviación y por lo tanto, entienda los procesos de mantenimiento y operación.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

4. Planteamiento de Gestión de Aeronavegabilidad Continuada.

Por reglamentación de la autoridad aeronáutica, la empresa operadora debe contar con un Manual General de Mantenimiento (MGM¹⁷) y el proceder de la gestión de mantenimiento debe seguirse a lo que en tal documento se haya aprobado.

Es imperativo un estricto proceso de aeronavegabilidad continuada ya que su correcta implementación afecta directamente la seguridad de las operaciones. Por eso, la autoridad aeronáutica debe aprobar al operador un MPM¹⁸, documento de cumplimiento mandatorio. De igual manera, dentro de las Especificaciones de Operación (OSPECS)¹⁹ deben quedar aprobadas las locaciones donde se realizarán los servicios y cuáles están aprobados en cada una de ellas.

4.1. Estructura general

La aeronavegabilidad continuada debe ajustarse a lo establecido en las RAC 43²⁰, la cual está compuesta por tres Departamentos básicos como son Control Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Mantenimiento, aunque en algunos casos hay un Departamento de Ingeniería de manera externa a Mantenimiento, esto por lo general lo determina el tamaño de la empresa o las decisiones de la alta gerencia.

¹⁷ El Manual General de Mantenimiento (MGM) es el manual que define los alcances, los responsables y los procedimientos de mantenimiento de un explotador.

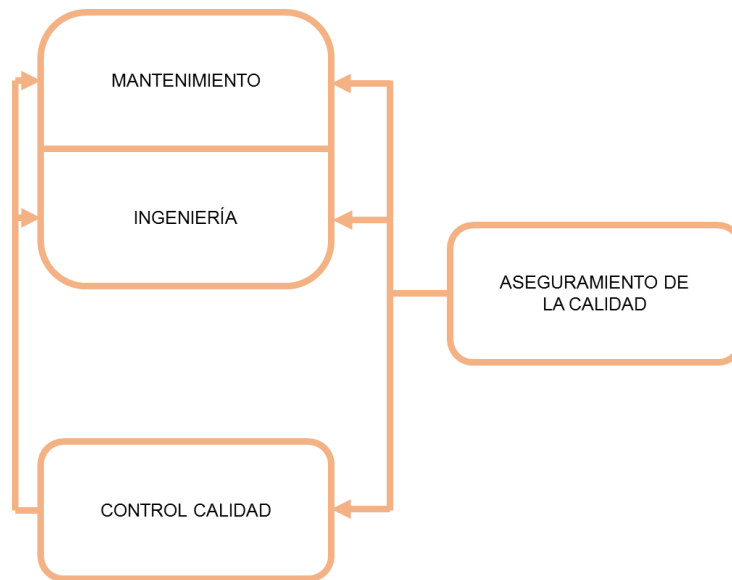
¹⁸ El Manual Programa de Mantenimiento (MPM) establece el protocolo aprobado para ejecutar el mantenimiento de cada modelo de aeronave.

¹⁹ Las Especificaciones de Operación son un documento aprobado por la autoridad aeronáutica, necesario para obtener un certificado de operación en el cual se consigna la capacidad técnica y operativa del explotador aeronáutico

²⁰ El RAC 43 establece las directrices de la autoridad aeronáutica para ejecutar el mantenimiento.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Estos Departamentos funcionan de manera independiente y en procura de minimizar el riesgo de fallas en el sistema de aeronavegabilidad continuada, partiendo de la información suministrada por el fabricante y/o la autoridad aeronáutica que aplique, el Departamento de Ingeniería le entrega a Mantenimiento unas instrucciones para ejecutar los servicios, proceder que debe ser verificado por el Departamento de Control Calidad bajo unos lineamientos establecidos que junto con los de Mantenimiento e Ingeniería son auditados por Aseguramiento de la Calidad.



Gráfica 3. Esquema general de la gestión de aeronavegabilidad continuada. Fuente: Autor

4.1.1. Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento es el encargado de ejecutar los programas de mantenimiento que desarrolla el área de Ingeniería los cuáles basan en los manuales de mantenimiento que suministra el fabricante, deben ser revisados y

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

aprobados por la autoridad aeronáutica del país. Estos incluyen los formatos de cada trabajo y dependiendo de la tarea, requerirá o no aprobación de un Inspector.

La correcta ejecución del programa de mantenimiento es la clave del éxito del sistema, razón por la cual, al interior de este Departamento se lleva a cabo un proceso de planeación, programación y control de producción (PPCP o PCP) para cada servicio, donde cada cierto tiempo se hace una planeación de las actividades próximas a realizar por mantenimiento para poder programar tanto al personal el como material físico requerido y verificar o controlar la eficiencia en las actividades. Producto de este ejercicio queda una información estadística que aporta a la optimización de la tarea.

En muchos casos, cuando el dirigible entre a servicio encontrará reportes e inspecciones no rutinarias, para lo cual en algunos casos no es posible hacer un proceso PCP. Por ende, cuando estos casos se presentan, es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento coordinar la llegada de repuestos y personal adicional de requerirse para solventar el imprevisto.

4.1.2. Ingeniería

El Departamento de Ingeniería tiene la función de analizar la documentación emitida por el fabricante a fin de entregarle a Mantenimiento un programa de mantenimiento actualizado. Por esta razón, debe haber un equipo de ingenieros revisando las actualizaciones publicadas. Adicionalmente a la revisión de documentos, también es su responsabilidad el análisis de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio, para determinar su aplicabilidad y de ser aplicables, las acciones a seguir por toda la empresa. De presentarse un caso

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

inesperado, este es el interlocutor idóneo entre el fabricante y la empresa para dar solución a la situación que se presente.

4.1.3. Control Calidad

Como un agente externo a la gestión de mantenimiento, tiene que haber una gestión de Control Calidad, la cual actúa como juez en cuando al cumplimiento de los requisitos normativos y procedimentales en los que tienen que trabajar Mantenimiento y Control Calidad. Así mismo, está en control de los manuales que apliquen a la operación y las actualizaciones de los mismos. Para cumplir con estas funciones, un personal profesional debe hacer seguimiento documental de los procedimientos de mantenimiento y un personal operativo o de inspectores debe acompañar las tareas que requieran su aprobación de acuerdo con lo aprobado en el MPM.

4.1.4. Aseguramiento de la Calidad

Como todo proceso queda registrado en una documentación, debe existir una gestión de la misma. Desde la gestión de Aseguramiento de la Calidad, se debe velar por el sostenimiento de los sistemas de Gestión de Calidad que apliquen al operador, que para efectos de este departamento se apoya en personal especializado en auditoria y gestión documental para hacer seguimiento al proceder de Mantenimiento y Control Calidad. Esto con el fin de detectar a tiempo las falencias que puedan aparecer en la ejecución de las actividades de mantenimiento.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

4.2. Servicios tercerizados

Es probable que el operador del sistema tenga tareas que no estén aprobados por la autoridad aeronáutica y por lo tanto, deberán ejecutarse a través de un proveedor de servicios externo. Esto implica que el proveedor en mención debe estar autorizado por la autoridad aeronáutica del país de operación y debe ser auditado por Aseguramiento de la Calidad; solo en el caso de que el proveedor sea el fabricante del producto, no se requiere una auditoria periódica. Así mismo, para poder operar se debe presentar a la autoridad aeronáutica el contrato con el proveedor del servicio especificando la vigencia y los servicios contratados.

4.3. Garantías

Existen casos donde la falla de un componente se presenta mucho antes de lo esperado, por lo que, es responsabilidad de todos los involucrados en la gestión de aeronavegabilidad continuada el análisis de la situación para definir el origen de la falla y proceder con el proceso de garantías desde el departamento responsable de su gestión.

5. Reglamentación

En cuanto a reglamentación no existe en Colombia documentación clara para regular a un dirigible híbrido ya que por su condición híbrida se considera en parte

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

aerodino²¹ y en parte aerostato²². Hasta que no se regule su operación es necesario que este aparato cumpla con ambas regulaciones, lo que prácticamente hace que abarque todos los RAC.

5.1. Regulación para aerostatos

Para la regulación de aerostatos, la autoridad aeronáutica tiene publicado el RAC 31, el cual en su contenido referencia en su totalidad, incluyendo sus enmiendas y apéndices, a la norma FAR 31²³. En este capítulo, la FAA²⁴ define los requerimientos de vuelo y de carga, los diseños para construcción, el equipamiento, las limitaciones de operación e información adicional como instrucciones para aeronavegabilidad continuada.

5.2. Regulación para aerodinos

La reglamentación para aerodinos se ha ido trabajando a lo largo de este documento, al mencionar el cumplimiento de los RAC 2, RAC 3, RAC 4, del RAC 6, del RAC 14, RAC 16, RAC 43 y RAC 219. Sin embargo, es importante aclarar que al tener un componente de aerodino le debe aplicar toda la normatividad de los RAC, por ende capítulos tales como RAC 12²⁵, RAC 13²⁶, RAC 61 al 65²⁷ entre otros, que correspondan según el tipo de operación deben ser tenidos en cuenta.

²¹ Un aerodino es un artefacto volador que necesita de una influencia aerodinámica para generar sustentación. Aviones, helicópteros o autogiros son ejemplos de aerodinos.

²² Un aerostato es un artefacto volador que logra su sustentación incrementando su flotación dada la acumulación de gases más livianos que el aire. Dirigibles y globos aerostáticos son ejemplos de aerostatos.

²³ Las Regulaciones de Aviación Federal (FAR) agrupan la regulación de los Estados Unidos en materia Aeronáutica. En este caso, FAR 31 hace referencia a Estándares de aeronavegabilidad para globos libres tripulados.

²⁴ La Administración de Aviación Federal (FAA) es la autoridad aeronáutica de los Estados Unidos.

²⁵ RAC 12 establece la Meteorología Aeronáutica.

²⁶ RAC 13 establece el Régimen Sancionatorio.

²⁷ RAC 61, RAC 63 y RAC 65 establecen el otorgamiento de licencias al personal aeronáutico.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Es importante anotar que dado el esquema global que se busca entre los países firmantes del Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (SRVSOP), los RAC sufrirán modificaciones hasta armonizarse con los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR). Por esta razón, la normatividad que aplique al momento de implementar este sistema debe ser evaluada acorde con lo descrito en la regulación vigente.

6. Mercado Objetivo

Independientemente del estado actual de la nación, Colombia es un país con recursos envidiables toda vez que su geografía no solo le permite generar una gran cantidad de productos durante todo el año sino que le facilita la implementación de diferentes modos de transporte y su integración de manera eficiente. Con las inversiones adecuadas, Colombia puede utilizar sus ríos de gran capacidad para mover la carga a muy bajo costo y conectar los grandes centros productivos con trenes y camiones. Bien pensadas, estas iniciativas aplican de manera eficiente en la conexión del centro del país con la Costa Atlántica y en cierta forma con el Pacífico, pero viendo al resto del país, resulta impensable un tren hacia el oriente, el Chocó y el Darién por la densa selva que los cobija.

Llegar a las selvas del oriente y occidente del país con aviones de gran capacidad es una opción válida siempre y cuando la demanda sea suficiente para hacer rentable su operación y haya pistas adecuadas para mover carga y pasajeros de manera segura. Sin embargo, la baja densidad poblacional de los pueblos de los Llanos Orientales y el Chocó no hacen rentable la habilitación de aeródromos con los estándares mínimos de seguridad. En adición, los productos

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

de estas zonas del país carecen del suficiente valor agregado para hacer que toda la producción de la zona pueda integrarse a la producción nacional mediante aviones y helicópteros, los cuales resultan aún menos eficientes. De la misma manera, es muy difícil para el país llevar los insumos y maquinaria necesarias para que se puedan llevar a cabo proyectos de desarrollo rural que mejoren la calidad de vida y resuelvan las necesidades básicas insatisfechas de estas áreas.

En este momento, estas zonas están prácticamente desatendidas por la administración nacional y su productividad en comparación con la del resto del país es bastante baja a pesar de la gran riqueza que tienen en materias primas, así como en biodiversidad y ecoturismo. Buscar la posibilidad de conectar estas zonas es la mejor forma de fomentar la inversión regional, ya que trabajar en la comodidad de las grandes ciudades incrementa los costos de funcionamiento de las empresas, contrario de lo que sucede con la baja carga impositiva de las zonas más apartadas del país dada su condición de extrema pobreza.

6.1. Agricultura

La planicies colombianas tienden a ser zonas con buena fertilidad no en vano siempre nos dicen en nuestra formación que Colombia tiene todo para ser la despensa del mundo. Los Llanos Orientales y el Chocó están en capacidad de producir gran cantidad de alimentos como yuca, ñame, plátano y demás propios de la tierra cálida y húmeda, así como ganadería de calidad (Reichel-Dolmatoff, sf). Esta zona también ha logrado una industria maderera dada la buena calidad del producto local, a lo que se suma la producción pesquera en los ríos y la costa afuera en el caso del Departamento del Chocó, productos muy apetecidos por el comercio al interior del país y más allá de las fronteras. No obstante, son productos que en su mayoría están atrapados en sus zonas de producción por lo

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

costoso que resulta moverlos a los centros de comercio donde mejor se pueden vender, condenados a ser vendidos localmente a precios muy bajos sin dar al productor la oportunidad de crecer.

6.2. Minería

En estos momentos, esa riqueza está quedando en manos de las organizaciones al margen de la ley que operen en la zona, pues resulta muy difícil para el Estado ejercer control en zonas donde no tiene cómo acceder de manera segura. La minería ilegal es quizá el problema más grande que trae no poder llevar el Estado a la totalidad de los Llanos Orientales, esta práctica sin control que contamina los ríos con metales pesados, tala indiscriminadamente los árboles de la zona, desplaza la fauna y genera cráteres donde difícilmente podrá haber nuevamente selva virgen (Gomez, 2015). De tener la posibilidad de mover mercancía, es mucho más factible permitir la entrada de la minería legal para mitigar los efectos negativos de la actual minería en la zona.

Normalmente, los minerales no son productos que se transportan por vía aérea salvo que su valor comercial amerite esta operación como es el caso del oro, diamantes y esmeraldas, entre otros. En tiempos pasados, el objetivo de la minería en los llanos estaba enfocada a los metales preciosos. Sin embargo y sin dejarla de lado, con el avance de la tecnología, el tantalio que se encuentra en el coltán ha ganado mucho valor por su uso en la fabricación de componentes electrónicos. Parece haber una importante cantidad de este preciado mineral en las minas de los Llanos Orientales, producto que de tener inversión legal, llevaría a esta población vulnerable trabajo, calidad de vida y los beneficios de estar amparados por un sistema de seguridad social. Hoy en Colombia el gobierno no expide licencias ambientales para la explotación de este preciado mineral pero es

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

de esperarse que al poder ejercer control a plenitud sobre las minas entregadas legalmente a mineros responsables, se puede reactivar la producción. El mismo Estado está dejando de captar recursos por impuestos y regalías al no poder garantizar a la industria privada las condiciones mínimas de funcionamiento en estas apartadas zonas del país.

6.3. Cultura

En forma adicional a la producción minera y agropecuaria, las culturas ancestrales de los llanos orientales y el Chocó cada día enamoran más al mundo moderno. Como nos han mostrado las culturas de la Costa Atlántica, existe una riqueza incalculable en las tradiciones de las comunidades locales que con respeto y visión son explotadas comercialmente en el mundo. La llegada a estas zonas de turistas entusiasmados por conocer la riqueza natural inexplorada de Colombia genera un flujo de viajeros que impulsa la industria del turismo, uno de los frentes de la economía que más influye en el producto interno bruto de Colombia (Luengas, C. Giese, I. Ovalle, A. 2009). Incentivando la inversión hotelera y la producción de artesanías, así como fortaleciendo la preservación del medio ambiente.

7. Proyección Extraterritorial

Todo el análisis que hasta el momento se ha hecho ha sido con base en las condiciones del territorio colombiano. Sin embargo, en los países vecinos se encuentran condiciones similares de conectividad en zonas cercanas a Iquitos (Perú), Manaus (Brasil), Puerto Ayacucho (Venezuela) y Tena o Nueva Loja

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

(Ecuador), por lo que el hecho de conectar internacionalmente los territorios selváticos permitiría abrir espacio a la legalidad y dinamizaría la economía de las comunidades del Amazonas.

Ya que entre los países firmantes del SRVSOP se encuentran Brasil, Ecuador, Perú, Venezuela y Colombia, existe un buen punto de partida para que el sistema de dirigibles híbridos se proyecte hacia la región del Amazonas con convenios y regulaciones estandarizados.

8. Actividades Especiales

El empleo de estos artefactos aéreos tiene un alcance más allá de lo hasta ahora expuesto toda vez que el rendimiento de los dirigibles híbridos permite atender otro tipo de actividades que estas mismas comunidades necesitan.

Los recientes hechos ocurridos en la población de Mocoa, Departamento de Putumayo, muestran un escenario propicio para su aplicabilidad cuando las zonas donde sucede un desastre ambiental es de difícil acceso, no es factible llevar un avión por la ausencia de pistas y el ala rotativa tiende a ser restringida por la presión que ejercen las palas en el inestable suelo y las débiles estructuras remanentes. Los dirigibles híbridos pueden compensar estas limitaciones de acceso y prestar atención prioritaria a la población afectada, pues su capacidad de carga y bajo efecto tierra permiten llevar desde personal médico y rescatistas hasta medicamentos, alimentos, frazadas, carpas e incluso, equipo médico especializado que puede hacer la diferencia al momento de salvar vidas.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

En su operación también puede verse un componente estratégico pues hoy en día, el despliegue de equipos de defensa y seguridad está limitado a las zonas cercanas a las pocas pistas adecuadas para operar aviones turbofan o a las cuatro toneladas que puede cargar en gancho un helicóptero Mi-17. Ciertos equipos, como el obús Santa Bárbara 155/52mm del Ejército Nacional o las lanchas rápidas LPR 40 de la Armada Nacional tienen que ser transportados a sus áreas de operación por rutas mucho más extensas en comparación con lo que puede ofrecerle un dirigible híbrido. En materia fronteriza, los dirigibles se están usando para monitorear desde gran altura grandes zonas limítrofes y aunque no es la función que puede lograr un dirigible híbrido en las fronteras de Colombia dada su menor autonomía en comparación con la de los globos actuales de monitoreo y la complejidad geográfica de nuestras fronteras, este sí le permite a las Fuerzas Militares y a la Policía Nacional crear, dotar y abastecer puntos estratégicos a lo largo de estas zonas para ejercer un mejor control de delitos como el narcotráfico, el contrabando, la migración ilegal y la minería ilegal, entre otros.

9. Conclusiones

Hemos visto que en la actualidad Colombia tiene zonas que demandan de mayor conectividad con el país para poder desarrollarse social y económicamente, teniendo en cuenta que la actual infraestructura se ve limitada por geografía y baja inversión estatal con lo que se necesitan alternativas modernas de rápida y eficaz implementación.

Los dirigibles híbridos resultan un medio de transporte aéreo prometedor para solucionar estas dificultades que hoy tiene Colombia, siendo un transporte

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

ecológico, con una destacable capacidad de carga, más económico de operar y sostener que un avión o un helicóptero y más veloz que un barco o un camión, representando entonces una alternativa intermedia que suma a la integración multimodal que busca el país. La posibilidad de mover la producción desde zonas selváticas hasta los puertos o centros de comercio del país abre nuevas oportunidades de negocios y potencia la capacidad productiva del país.

Su utilización en Colombia no puede ser inmediata, si bien hoy existen procedimientos aeronáuticos aplicables a estas tecnologías, hace falta inversión en infraestructura y capacitación de personal, además de que se necesita modernizar la reglamentación aeronáutica que hoy no tiene absolutamente nada en relación con los dirigibles híbridos. Sobre todo es imperativo entender este sistema como una inversión de retorno a largo plazo pues las economías regionales solo comenzarán a crecer cuando este funcione y se vean los beneficios.

Dado el alcance de este documento no se han tocado asuntos financieros o similares. Así mismo, no se llega a fondo en los temas tratados. Sin embargo, es evidente que la aplicación de un sistema de integración territorial basado en dirigibles híbridos es factible en Colombia e incluso más allá de sus fronteras, como medio clave para que la prosperidad y el bienestar lleguen a cada rincón de Colombia y dejen atrás el subdesarrollo.

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

Referencias

- Biblioteca Icanh, (s.f). Un sistema de agricultura prehistórica de los llanos orientales. Recuperado de <http://biblioteca.icanh.gov.co/DOCS/MARC/texto/REV-0915V17a-9.pdf>
- Jane Wells (30 de Marzo de 2016). Lockheed Martin has liftoff: Sells new airships in 480M deal. Recuperado de <http://www.cnbc.com/2016/03/29/lockheed-has-liftoff-sells-new-airships-in-480m-deal.html>
- Hybrid Air Vehicles (s.f). Airlander 10 Technical Data. Recuperado de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Airlander%20Tech%20Details.pdf>
- Hybrid Air Vehicles (s.f). Airlander 50 Technical Data. Recuperado de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Airlander%20Tech%20Details%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Airlander%20Tech%20Details%20(1).pdf)
- La Silla Vacía (11 de marzo de 2014). Así consintieron las regiones a los partidos. Adaptado de <http://lasillavacia.com/historia/historia-elecciones-en-regiones-manolo-46860>
- Las 2 Orillas (30 de Mayo de 2015). Los llanos orientales y una minería sin norte. Recuperado de <https://www.las2orillas.co/los-llanos-orientales-una-mineria-sin-norte/>
- Lockheed Martin (2015). Hybrid Airships, The road not needed. Recuperado de <http://lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/aero/documents/SkunkWorks/HybridAirshipLitho.pdf>
- Luengas, C. Giese, I. Ovalle, A. (2009). Plan de comunicación para el ecoturismo en el pacifico colombiano. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14253885/plan-de-comunicacion-para-el-ecoturismo-en-el-pacifico-colombiano>

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

10. Bibliografía

RAC 2 (28 de Junio de 2016). Personal Aeronáutico. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%202%20-%20Personal%20%20Aeron%C3%A1utico.pdf>

RAC 3 (16 de Marzo de 2017). Actividades Aéreas Civiles. Recuperado de <http://www.cnbc.com/2016/03/29/lockheed-has-liftoff-sells-new-airships-in-480m-deal.html>

RAC 4 (21 de Octubre de 2017). Normas de Aeronavegabilidad y Operación de Aeronaves. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%204%20-%20Normas%20de%20Aeronavegabilidad%20y%20Operaci%C3%B3n%20aeronaves.pdf>

RAC 6 (05 de Octubre de 2015). Gestión del Tránsito Aéreo. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%206%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Tr%C3%A1nsito%20A%C3%A9reo.pdf>

RAC 12 (29 de Septiembre de 2016). Meteorología aeronáutica. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2012%20-%20Meteorolog%C3%ADa%20%20Aeron%C3%A1utica.pdf>

RAC 13 (16 DE Febrero de 2016). Régimen Sancionatorio. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2013%20-%20R%C3%A9gimen%20Sancionatorio.pdf>

RAC 14 (27 de Diciembre de 2016). Aeródromos, aeropuertos y helipuertos. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2014%20-%20Aer%C3%B3dromos,%20%20Aeropuertos%20y%20Helipuertos.pdf>

¿Es factible en Colombia la implementación de un sistema de integración aeronáutica basado en dirigibles híbridos?

RAC 43 (20 de Agosto de 2016). Mantenimiento. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2043%20-%20Mantenimiento.pdf>

RAC 61 (08 de Marzo de 2017) Licencias para Pilotos y sus Habilitaciones. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2061%20-%20Licencias%20para%20Pilotos%20y%20sus%20Habilitaciones.pdf>

RAC 63 (04 de Septiembre de 2015). Licencias para Miembros de la Tripulación Diferentes a Pilotos. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2063%20-%20Licencias%20para%20miembros%20de%20tripulaci%C3%B3n%20diferentes%20a%20pilotos.pdf>

RAC 65 (20 de Diciembre de 2016). Licencias para Personal Aeronáutico Diferente a las Tripulaciones de Vuelo. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2065%20-%20Licencias%20para%20personal%20aeron%C3%A1utico,%20diferente%20de%20la%20tripulaci%C3%B3n%20de%20vuelo.pdf>

RAC 219 (21 de Septiembre de 2016). Normas generales de implementación del sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS). Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%20219%20-%20Implementaci%C3%B3n%20del%20Sistema%20SMS.pdf>