

Competitions of Engineering of Flight Operations - Colombian Case Study

Gabriel Andrés Patiño Zuluaga, Eng¹, Juliana Andrea Niño Navia, MSc.², and Jorge Iván Garcia Sepulveda, MSc¹

¹Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, gabrielandres.patino@upb.edu.co,

jorge.garcia@upb.edu.co

²Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, Juliana.nino@upb.edu.co

Abstract– The main topic of the project is the study of different activities within various companies related with the flight operations engineering area, focused on the identification of different scenarios that a company can generate due to their type of operation. The goal with this job is to create a relationship between the aeronautic industry and the academic field. Since there is a need of trained personnel in the flight operation area in Colombia, who will have to accomplish all the requirements established by the civil aviation authority

Keywords-- Curriculum, Navigation, operations, Performance, Management.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.030>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.030>

COMPETENCIAS DE INGENIERÍA DE OPERACIONES DE VUELO – CASO DE ESTUDIO COLOMBIANO

Gabriel Andrés Patiño Zuluaga, Eng¹, Juliana Andrea Niño Navia, MSc.², and Jorge Iván García Sepulveda, MSc¹

¹ Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, gabrielandres.patino@upb.edu.co,
jorge.garcia@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, Juliana.nino@upb.edu.co

Abstract–

The main topic of the project is the study of different activities within various companies related with the flight operations engineering area, focused on the identification of different scenarios that a company can generate due to their type of operation.

The goal with this job is to create a relationship between the aeronautic industry and the academic field. Since there is a need of trained personnel in the flight operation area in Colombia, who will have to accomplish all the requirements established by the civil aviation authority

Keywords: Curriculum, Navigation, operations, Performance, Management.

I. INTRODUCCIÓN (HEADING 1)

La Universidad Pontificia Bolivariana UPB en su plan futuro Estrategia Genérica 2015, definió el deber ser de la misma como una universidad de docencia con investigación, lo cual establece una alta importancia a la investigación, la generación de conocimiento, el logro de una docencia de alta calidad y la preparación de profesionales requeridos por el entorno.

Con el fin de alcanzar la meta propuesta se requiere de cambios en el currículo y los planes de estudios de las diferentes carreras tendientes a configurar de nuevos modelos de organización académica regidos bajo los principios de transformación humana y social establecidos por la Universidad.

Basados en los requerimientos establecidos en la estrategia de desarrollo se llevó a cabo la transformación curricular la cual dio como resultado un nuevo currículo concebido integralmente, “el cual se define como los conocimientos, experiencias y prácticas institucionalmente seleccionados, organizados y distribuidos en el tiempo para efectos de la formación y se expresa en estructuras curriculares”[1]

Adoptando los lineamientos establecidos por la UPB, la facultad de Ingeniería Aeronáutica llevo a cabo la transformación curricular en la cual se evidencio la necesidad de establecer nuevos contenidos organizados en diferentes materias. Para este caso de estudio se analizó la asignatura llamada Rendimiento y Operaciones de Vuelo.

Con el fin de establecer estas competencias requeridas en esta materia se llevó a cabo un estudio de las actividades que se están realizando en las diferentes empresas aéreas específicamente en el área de operaciones de vuelo, con el propósito de recopilar y analizar las teorías y prácticas más empleadas en los diferentes escenarios generados por los objetivos propios de cada empresa aérea.

A través del reconocimiento de la actualidad del área de operaciones de vuelo en Colombia se busca es marcar una relación directa entre lo que la industria demanda y lo que el sector académico puede ofertar, de tal modo que se pueda ser mucho más asertivo y efectivo en la formación de personal competente para un futuro cercano.

II. GENERALIDADES

La Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil (U.A.E.A.C). dentro de sus Estadísticas Operacionales presentó el movimiento anual de pasajeros, carga y correo en el periodo comprendido entre 1992 y 2010 en el cual se observa que se pasó de transportar 2'927.268 pasajeros y 390.584 toneladas de carga en el año 2000 a prestarle servicios a 6'231.924 pasajeros y 539.717 toneladas de carga en el año 2010. Estas cifras reflejan un incremento en el sector aeronáutico colombiano lo cual es coherente con el surgimiento de nuevas empresas aéreas, renovaciones de flota, incrementos en frecuencias y nuevas rutas que se han venido presentando en la última década.[2]

Es claro que la industria aeronáutica colombiana posee diferentes campos de acción y por consiguiente presenta una gran variedad de necesidades teóricas y prácticas; sin embargo, un buen indicador acerca de qué es lo que está demandando la industria se puede encontrar en los registros estadísticos que posee el programa de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Pontificia Bolivariana sobre las áreas de

ocupación de sus egresados, los cuales se presentan en las Figura 1 y Figura 2:

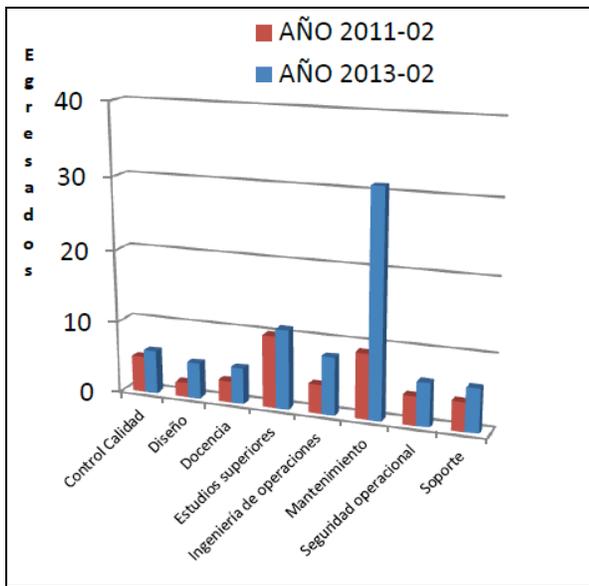


Figura 1. Comparativo campos de acción egresados Facultad de Ingeniería Aeronáutica UPB [3]

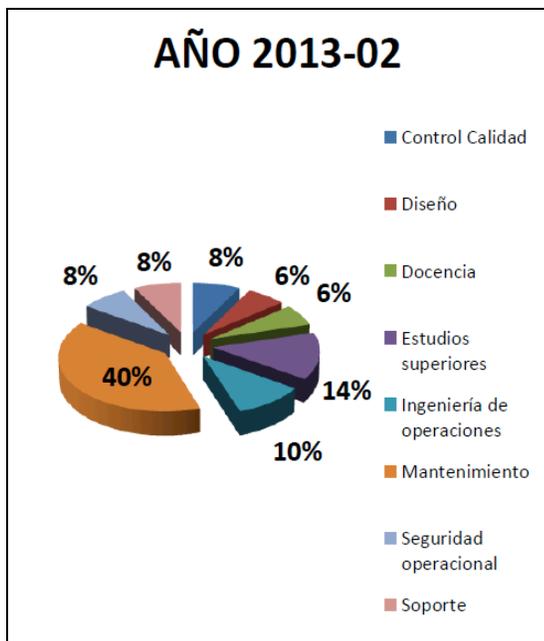


Figura 2. Campos de acción de los egresados de la Facultad de Ingeniería Aeronáutica UPB, año 2013-02. [3]

De las Figuras 1 y 2 se puede inferir que la industria aeronáutica colombiana demanda el mayor número de profesionales en dos áreas que son mantenimiento e ingeniería de operaciones.

III. REGULACIONES COLOMBIANAS PARA EL ÁREA DE INGENIERÍA DE OPERACIONES DE VUELO

A continuación se presenta el estudio de los Reglamentos Aéreos de Colombia (RAC) segundo y cuarto correspondiente al personal aeronáutico y a las normas de aeronavegabilidad y operaciones de aeronaves respectivamente; dichos documentos fueron actualizados por última vez antes de la elaboración de este estudio el 25 de marzo de 2014[4].

Se presentan las principales regulaciones relacionadas con el área de ingeniería de operaciones de vuelo bajo las mismas divisiones realizadas en los RAC las cuales son: Servicios aéreos comerciales de transporte público regular y no regular, servicios aéreos comerciales de trabajos especiales y aviación general.

Servicios aéreos comerciales de transporte público regular y no regula. En lo que respecta a este tipo de operación es importante discriminar las regulaciones presentes en los RAC en dos clases; la primera de ellas hace referencia a la constitución del área de ingeniería de operaciones de vuelo en una empresa aérea que así lo requiera, proporcionando unos estándares mínimos que establecen el tipo de profesionales y sus calificaciones técnicas para laborar en dicha área además de las responsabilidades y principales funciones. El segundo tipo de regulaciones que se consideró pertinente discriminar son aquellas relacionadas directamente con la operación aérea de la compañía las cuales deben ser de completo conocimiento por parte de aquellas personas responsables del área de operaciones de vuelo.

Los RAC establecen los principales deberes del área de operaciones los cuales, para efectos del desarrollo del presente artículo, se consideran de vital importancia para cualquier persona que labore en el área de ingeniería de operaciones vuelo:

Conocer el Manual de Reglamentos Aeronáuticos en sus partes pertinentes

Conocer el Manual de Operaciones presentado ante la entidad aeronáutica.

Conocer las Especificaciones de Operación que se establecieron y aprobaron para la ejecución de los servicios de la compañía aérea.

Dentro de las funciones del área de operaciones cabe destacar:

El departamento de operaciones de vuelo, en conjunto con la tripulación de la aeronave, son los encargados del inicio, desarrollo, desviación y culminación del vuelo acuerdo los reglamentos aéreos colombianos y a las especificaciones de operación.

Se debe asegurar el control operacional de cada vuelo como mínimo en los lugares de origen, paradas intermedias y destino; al igual que del mantenimiento, atrasos mecánicos o alguna otra condición que pueda

afectar la seguridad del vuelo en cualquiera de los lugares anteriormente.

Servicios aéreos comerciales en modalidades de trabajos aéreos especiales. El capítulo XXI de los RAC 4 establece las normas y requisitos de aeronavegabilidad para aeronaves de servicios aéreos comerciales en modalidades de trabajos aéreos especiales. A diferencia de las empresas de transporte regular y no regular, no existen regulaciones para la conformación del área de ingeniería de operaciones en una empresa de trabajos aéreos especiales; sin embargo, si se hace alusión a requisitos específicos de operación los cuales deben ser desarrollados y monitoreados por el personal encargado de planificar y asignar cada tipo de operación a las aeronaves.

Operación de aeronaves de aviación General. Según lo establecido en los reglamentos aéreos de Colombia, la aviación general comprende a la aviación privada, ejecutiva, de enseñanza, civil del estado y cualquier otra actividad aérea que no sea comercial.

Dentro de los aspectos comunes relacionados con la operación de los diferentes tipos de aviación general cabe destacar que en la mayoría de los casos las limitaciones de operación son dadas en conjunto por el fabricante de la aeronave y la U.A.E.A.C. a través de los certificados de aeronavegabilidad y los requerimientos de equipos mínimos del capítulo XXIII de los RAC 4.

IV. INGENIERÍA DE OPERACIONES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE AÉREO TRONCAL REGULAR

Dentro de las particularidades observadas en el trabajo de campo de una empresa troncal regular, se presentan a continuación aquellas que tienen una mayor repercusión en el área de ingeniería de operaciones:

Tipos de aeronaves empleados: Debido a las características propias de las rutas troncales, la empresa emplea aeronaves con una capacidad de pasajeros que varía de los 70 a los 200 pasajeros para cubrir rutas de corto, mediano y largo alcance, que brindan cierto grado de confort al pasajero y rentabilidad a la compañía por lo que generalmente se emplean aeronaves multimotores turbo fan y turbo prop; éstas últimas en una menor cantidad.

Operaciones internacionales: Aunque el desarrollo del presente trabajo se encuentra enmarcado exclusivamente en Colombia, el escenario de operación de una empresa troncal también se expande a otros países a través de rutas operadas desde o hacia Colombia.

Rentabilidad: En este tipo de empresa troncal empieza a jugar un papel importante las políticas de ahorro de combustible y de optimización de procesos principalmente debido al alto ciclaje de las aeronaves. En la mayoría de los casos la responsabilidad de la evaluación, el desarrollo y la implementación de procedimientos nuevos que puedan aumentar los márgenes de utilidades económicas recae sobre el área de ingeniería de operaciones de vuelo.

Desde la perspectiva de la empresa en general, el área de operaciones recibe información o también llamados “inputs” a través de estadísticas, trasmisión de datos aire-tierra en tiempo real, suscripciones a fabricantes y proveedores de información aeronáutica con el fin de procesarla y arrojar “outputs” los cuales consisten en incorporar los resultados obtenidos en procedimientos o cederla a otros departamentos de la compañía.



Figura 3. Manejo de Información en Ingeniería de Operaciones de Vuelo en Empresa Troncal

Desarrollo de un Airport Analysis. En el caso de empresas troncales, el área de ingeniería de operaciones es la responsable de garantizar la seguridad y la eficiencia de las actividades aéreas en todos los destinos a los que se vuela; para ello se desarrolla el Airport Analysis, el cual es un mecanismo para evaluar las variables de tres factores como la infraestructura aeroportuaria, aeronave y medio ambiente con el fin de conocer las condiciones que pueden limitar las operaciones en un aeródromo específico.

El Airport Análisis consta básicamente de tres (3) secciones las cuales son: despegue (takeoff, TO), ascenso y aterrizaje. Estas pueden variar según el fabricante de la aeronave, procedimientos internos de la compañía o software que se emplee para asistir las labores de ingeniería.

Es apropiado resaltar que aunque cada empresa está en la libertad de seleccionar sus políticas de operación, existen regulaciones creadas por las autoridades aeronáuticas mundiales que establecen unas condiciones mínimas de operación tales como anexos de la OACI, FAR, JAR, EASA, RAC, CBA, entre otros, las cuales se deben cumplir en todo momento que la aerolínea opere una aeronave o lugar determinados.

En lo que respecta al aeródromo, la autoridad aeronáutica de cada país y entidades privadas especializadas realizan publicaciones de cartas de navegación, cartas de aeropuertos y procedimientos estandarizados que aunque están principalmente dirigidos a los tripulantes son de vital importancia para el personal encargado de realizar un Airport Analysis.

En la Figura 4. Se presenta una sección de un Airport Analysis en la cual se puede observar los datos que éste arroja. Es importante resaltar que el resto de las páginas del análisis poseen la misma estructura solo que se realizan variaciones en las configuraciones de la aeronave y en los factores externos tales como operaciones en hielo, presencia de contaminantes en la pista, entre otros.

específicos del cliente que solicite el trabajo aéreo de fotografía, lo cual requiere de una gran versatilidad y tener procedimientos definidos de forma general en vez de procedimientos muy específicos. Esto con el fin de facilitar una rápida reacción y adaptación ante escenarios completamente nuevos para la compañía.

Debido al tamaño de la empresa, el ingeniero aeronáutico perteneciente al área operaciones debe de conocer los requerimientos de recurrencia de entrenamiento y cursos que aplican para los pilotos pues no es rentable crear un área de entrenamiento ya que son pocas tripulaciones.

No hay cálculos de rutas eficientes de operación (Company Routes) debido a que todo es regido por las condiciones requeridas para realizar el trabajo aéreo especial (toma de fotografías en éste caso), lo cual en muchas ocasiones implica operar la aeronave en rangos poco eficientes.

VII. INGENIERÍA DE OPERACIONES EN UNA EMPRESA DE AVIACIÓN GENERAL

Este tipo de empresa en específico requiere que tanto la planeación como la ejecución de las operaciones se haga de manera eficaz y rápida dado que los propietarios de las aeronaves están realizando una inversión muy alta con el fin de tener la versatilidad de desplazarse a diferentes lugares en el momento específico en que ellos lo requieran y con un alto nivel de confort. Como respuesta a estos dos objetivos básicos de la operación, el área de ingeniería de operaciones debe ser proactiva ante factores externos que se pueden tornar fuera de control como por el ejemplo el clima, de tal forma que existan planes alternos para cumplir el requerimiento del propietario de la manera que más se ajuste a las necesidades.

La principal actividad desarrollada en el área de ingeniería de operaciones en este tipo de empresas es:

Rutas de Escape. Es un procedimiento a través del cual se plantean estrategias y alternativas a seguir ante una posible falla en diferentes etapas del vuelo tales como el ascenso posterior al despegue o en la fase de crucero.

No solo aplica para fallas de motor sino también para cualquier tipo de malfuncionamiento que afecte el rendimiento de la aeronave y que pueda representar una situación de emergencia.

La importancia de la creación de las Rutas de Escape radica en que incrementa los estándares de seguridad operacional de la compañía, brinda procedimientos y criterios a seguir en una emergencia ocurrida en un área geográfica específica del vuelo además de contribuir a una de las funciones principales del área de ingeniería de operaciones que es el control operacional del vuelo en la mayor cantidad de fases posibles. En la Figura 6 se presenta el procedimiento de una ruta de escape.

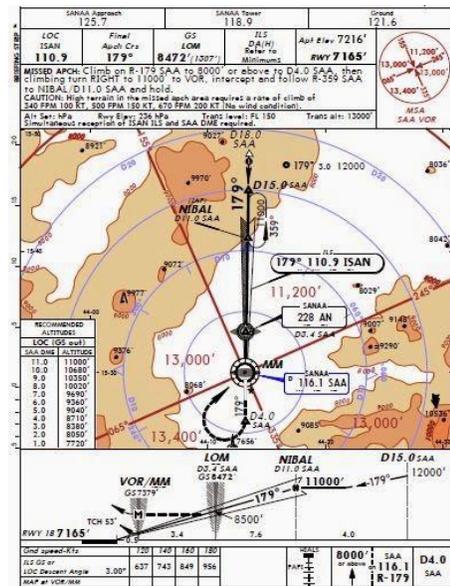


Figura 6. Procedimiento de Ruta de Escape (RUSENO, 2014) [8].

VIII. RESULTADOS

El análisis de los resultados obtenidos en el trabajo de campo se enfocó hacia la conformación de un curso de Rendimiento y Operaciones de vuelo para el pregrado de Ingeniería Aeronáutica.

Teniendo como referencia los cursos existentes en otras instituciones y contextualizando sus enfoques en las necesidades que debe suplir el departamento de ingeniería de operaciones de vuelo en una compañía aérea colombiana, se plantean las competencias que como mínimo debe adquirir un ingeniero aeronáutico que pretenda desempeñarse en dicha área. La Tabla I se presenta de manera tal que cada una de las competencias se enmarca en un criterio y curso afín con la ingeniería aeronáutica al igual que se proponen actividades que, como resultado del trabajo investigativo realizado, se consideran apropiadas para adquirir dichas competencias.

TABLA I
COMPETENCIAS DEL MEDIO AERONÁUTICO APLICADAS EN EL ÁREA DE INGENIERÍA DE OPERACIONES DE VUELO EN COLOMBIA

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
	Aplicar la regulación Colombiana Vigente en el área de ingeniería de operaciones	Legislación aérea y regulaciones Infraestructura aeroportuaria	Estudio RAC 2 y 4
	Aplicar la regulación Internacional Vigente en el área de	Sistemas de aeronaves <i>Performance</i>	Estudio de las FAR, JAR, EU-OPS (revisar)

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
Conoce las regulaciones aeronáuticas vigentes, información técnica y procedimientos de certificación relacionados con el área de ingeniería de operaciones de vuelo emitidos por las autoridades aeronáuticas.	ingeniería de operaciones	Aviónica	Tabla 1)
	Emplear la Publicación de Información Aeronáutica AIP	Sistemas Eléctricos de Aeronaves	Interacción con la versión web y de dispositivos electrónicos
			Estudio de las secciones e información disponible
	Procesos de certificación EFB		Todas las actividades propuestas para emplear la publicación AIP
			Conocimiento de circulares informativas y reglamentarias emitidas por la autoridad aeronáutica
			Estudio de dispositivos electrónicos en cabina y sus aplicaciones
	Identifica y conoce los procedimientos básicos relacionados con el área de ingeniería de operaciones de vuelo y sabe aplicarlos según sea el caso.	Identificar escenarios de operación	Gerencia y Costos de Aeronaves
Estudio de la importancia del área de ingeniería de operaciones y su interacción al interior de una compañía			
Diseñar <i>Engine Out Standard Instrument</i>		Legislación aérea y regulaciones	Infraestructura

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
	<i>Departures</i>	Aeroportuaria	desarrollo e implementación de un <i>Airport Analysis</i>
		Sistemas de propulsión	Estudio de cartas de procedimientos estandarizados (SID y STAR)
		<i>Performance</i>	Estudio de gradientes requeridos por regulación y en los procedimientos estándar
			Estudio de tablas de rendimiento y manuales de aeronaves
			Uso de <i>Software</i> geográficos
			Estudio de gradientes requeridos por regulación y en los procedimientos estándar
			Estudio de implicaciones de falla de motor en el rendimiento de la aeronave
			Estudio de conceptos RNAV y PBN
			Estudio de <i>Software</i> especializados en la transmisión de datos aire-tierra

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
	Elaborar rutas de escape	Legislación aérea y regulaciones Infraestructura Aeroportuaria Sistemas de propulsión <i>Performance</i> Aviónica Sistemas Eléctricos de Aeronaves	Todas las actividades propuestas para el Diseño de <i>EOSID</i>
			Estudio de formatos de plan de vuelo
			Estudio del FMS en la planeación y seguimiento del vuelo
			Estudio de cartas de navegación en ruta
			Estudio del rendimiento de la aeronave ante fallas de motor y de sistemas.
			Uso de Software geográficos
			Estudio de la regulación aplicable
			Todas las actividades relacionadas con el manejo del MGO
	Interactuar con procedimientos de operaciones especiales	Legislación aérea y regulaciones Aeronavegabilidad y Mantenimiento Sistemas de aeronaves <i>Performance</i>	Estudio de operaciones especiales ETOPS , RVSM , <i>one engine taxi, ice operations</i>
			Estudio de criterios relacionados con la selección del combustible de contingencia

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD	
	Controlar consumos de combustible	Sistemas de aeronaves Sistemas de propulsión	Repaso de conceptos relacionados con los sistemas de aeronaves	
			Estudio de manuales de la aeronave como el POH y AFM	
			Estudio del AIP	
			Estudio de la regulación aplicable	
	Conoce y emplea manuales y documentación relacionada con la operación y despacho empleados en las diferentes operaciones aéreas.	Desarrollar y emplear un <i>Airport Analysis</i>	Legislación aérea y regulaciones Infraestructura Aeroportuaria Sistemas de propulsión	Estudio de conceptos relacionados con el rendimiento de las aeronaves y motores
				Estudio de la influencia de factores meteorológicos en el rendimiento de la aeronave
				Estudio de cartas de aeródromo
				Repaso de distancias de pista y zonas de seguridad de aeródromo
				Estudio de parámetros de aeronaves (<i>Tire Speed, Climb gradient, distancias de despegue y aterrizaje</i>)
				Estudio de planos de

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
			obstáculos de aeródromos
			Estudio de tablas de rendimiento y manuales de aeronaves
			Estudio de <i>software</i> relacionados con la elaboración de <i>Airport Analysis</i>
	Elaborar programación de tripulaciones	Legislación aérea y regulaciones Gerencia y Costos de Aeronaves	Estudio de regulación aplicable
			Estudio de horas máximas de vuelo y servicio para pilotos
			Uso de tablas de cálculo
	Elaborar Peso y Balance	Sistemas de aeronaves Dinámica de vuelo	Repaso de conceptos relacionados con los sistemas de aeronaves
			Estudio de manuales de la aeronave como el POH y AFM
			Estudio de la relación entre el peso y balance y el rendimiento de la aeronave
	Manejo del Manual General de Operaciones MGO	Legislación aérea y regulaciones Aeronavegabilidad y Mantenimiento	Estudio de regulación aplicable
			Conocimiento de los procesos de creación y actualización del manual

COMPETENCIA	CRITERIO	CURSO RELACIONADO	ACTIVIDAD
			Conocimiento de los procesos de certificación y adición de flota
			Conocimiento de circulares informativas y reglamentarias emitidas por la autoridad aeronáutica

IX. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo de campo realizado y la estadística obtenida respecto a las áreas de ocupación de los egresados del programa de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Pontificia Bolivariana, es acertado concluir que en la actualidad se está presentando un proceso de consolidación y creación del área de ingeniería de operaciones de vuelo en las compañías aéreas colombianas liderado por ingenieros aeronáuticos y enfocado hacia la procedimientos que optimizan la operación desde el punto de vista económico, logístico y de seguridad.

En lo que respecta a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia se identificaron dos tipos de regulaciones, el primero de ellos relacionado con los requerimientos mínimos para la conformación del área de ingeniería de operaciones de vuelo en una compañía aérea y los cuales especifican información referente al personal mínimo requerido, sus funciones y responsabilidades ante la autoridad aeronáutica. El segundo tipo son aquellas regulaciones que rigen directamente las operaciones aéreas de la empresa.

Adicional a lo expuesto se puede concluir que existen algunas que son comunes en todos los escenarios de operación por lo que como mínimo deben ser adquiridas por parte de un ingeniero aeronáutico sin importar la empresa en la que se vaya a desempeñar. Estas competencias son: Aplicar la regulación Colombiana Vigente en el área de ingeniería de operaciones, Dominar el idioma inglés, Identificar escenarios de operación, Emplear la Publicación de Información Aeronáutica AIP, Desarrollar y emplear un *Airport Analysis*, Manejo del Manual General de Operaciones MGO, Interactuar con procedimientos de operaciones especiales y Elaboración de un Peso y Balance.

Se evidenció que las necesidades de las diferentes áreas de operaciones de vuelo se encuentran enmarcadas principalmente en temáticas relacionadas con las

regulaciones aéreas, sistemas de propulsión, infraestructura aeroportuaria, aviónica y navegación aérea.

ACKNOWLEDGMENT

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g.” Try to avoid the stilted expression, “One of us (R. B. G.) thanks ...” Instead, try “R.B.G. thanks ...” Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

REFERENCIAS

- [1] Orientaciones para la transformación Curricular. Plan de desarrollo. Dirección de Planeación. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín Colombia. 2011.
- [2] Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. “Movimiento anual de pasajeros, carga y correo. Origen-Destino 1992-2010”. En: <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Estadisticas/TAereo/EOperacionales/Paginas/EOperacionales.aspx>; consultada en Junio de 2014
- [3] Informe de autoevaluación Facultad Ingeniería Aeronáutica. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín. 2013.
- [4] Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Oficina de transporte aéreo, grupo de normas aeronáuticas. (2014). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
- [5] Flygprestanda AB. (10 de Octubre de 2014). Flygp. Obtenido de http://www.flygp.se/images/airport_analysis_large.jpg
- [6] KONG, M. (10 de 10 de 2014). Daily Kos. Obtenido de http://www.dailykos.com/story/2013/05/13/12_08762/-How-Airliners-Work-Takeoff#
- [7] HUSSE, O. (2006). Engine Out SID, Introduction to the Concept. Aircraft Operational Performance, Airbus Industries.
- [8] RUSENO, N. (10 de Octubre de 2014). Blogspot. Obtenido de <http://eosid.blogspot.com/2014/09/oysn-rw18-one-engine-out-missed-approach.html>.