

Universidad Acción Pro Educación y Cultura



Decanato de Ingeniería e Informática

Escuela de Ingeniería

Trabajo de Grado para Optar por el Título de:

Ingeniero Industrial

“Propuesta de optimización para la seguridad de las operaciones aeronáuticas de un aeropuerto ubicado en la región este, República Dominicana, año 2016.”.

Sustentantes:

Juan Junior García Rosario (2010-1595)

Lisbeth Lara García (2012-2029)

Ana M. Vázquez (2012-1777)

Asesor:

Prof. Gregorio Morel

Distrito Nacional
República Dominicana
Noviembre 2016

Los conceptos expuestos en esta investigación son de la exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), algunos elementos han sido tratados con altos niveles de confidencialidad debido a restricciones de la autoridad estatal y por solicitud del administrador del aeropuerto. Los adjuntos al final de este trabajo de grado son limitados a una porción de la información para los fines de mantener la privacidad mientras se proporcionan pruebas de escrutinio.

RESUMEN

Conforme surgen las necesidades en el hombre, nacen también los inventos que las satisfacen y que a la vez implican un desarrollo en el ámbito social, económico, cultural y tecnológico. Una de estas ha sido la necesidad de surcar los cielos con distintos destinos de manera rápida y segura o simplemente realizar un deporte extremo como el paracaidismo. La aviación ha permitido suplir estas necesidades de forma satisfactoria, y gracias al desarrollo de la tecnología y la mejora continua se ha logrado que las experiencias vividas en esta área sean más placenteras y seguras. Sin embargo, este hecho no implica que no existan peligros asociados.

Mediante investigaciones y análisis realizados en base a las diferentes situaciones registradas en el Aeropuerto estudiado (descrito así por cuestión de privacidad) en este trabajo de grado se han determinado desviaciones significativas en el cumplimiento de las normas que conllevan a un incremento en la ocurrencia de incidentes y oportunidades de mejoras en el desempeño de las operaciones y funciones que realizan los Controladores de Tránsito Aéreo. De modo que, se examinan las distintas operaciones con el objetivo de presentar una propuesta de optimización en los procesos de esta organización con miras a minimizar los incidentes más recurrentes.

La importancia de este trabajo radica principalmente en que el cumplimiento del objetivo general permitirá garantizar la seguridad en el manejo de las aeronaves, garantizando un mejor flujo del tránsito aéreo reduciendo demoras, aumentando la productividad y por ende los beneficios que perciben los operadores y el aeropuerto.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de grado a todas las personas involucradas en nuestra vida: familia, amigos, compañeros, asesor y profesores. Gracias a cada uno de ellos esto fue posible. Su apoyo incondicional nos guió durante esta hermosa trayectoria, la cual solo marca el camino de todos los pasos que aún nos restan. Gracias por ser nuestra inspiración a marcar la diferencia y a ser personas de bien. A todos ustedes gracias.

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a Dios por acompañarme a lo largo de mi carrera, por darme fortaleza y perseverancia, brindándome experiencias inolvidables. Gracias a mis padres Juan y Virgen por brindarme su apoyo en todo momento, por inculcarme valores y haberme dado una excelente educación. Son un excelente ejemplo a seguir.

A mi hermano Luis, quien aun sin saberlo me sacó de muchos aprietos, es una parte muy importante de mi vida. Agradezco el apoyo, dedicación y confianza que todos los profesores de la UNAPEC han depositado cada vez que nos encontrábamos en las aulas. Gracias por su comprensión ante las diversas situaciones que a diario pude enfrentar.

Muchas gracias a mis compañeros y colegas de la universidad y del trabajo. Han dejado su huella en mí y me han ayudado a crecer de forma que las palabras quedan cortas.

Agradezco a todos aquellos que me han apoyado durante este periodo, esta etapa que ahora finaliza para abrir otras puertas.

Juan Junior García Rosario.

Agradezco todos los retos y obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de mis estudios en la Universidad APEC, pues cada uno de ellos fueron una motivación para evolucionar y mejorar cada día mis habilidades como profesional hasta alcanzar las metas planteadas desde el inicio de mi carrera.

Agradezco a mi familia por su guía y apoyo incondicional. A mis compañeros de estudio y amigos, por ser un equipo de trabajo competitivo, responsable y enfocado en cumplir nuestros objetivos, siempre bajo el marco de los buenos valores, principios éticos e ideales definidos.

Agradezco inmensamente a mis maestros, por impulsar la creatividad, curiosidad y una cultura investigativa durante toda mi carrera. Les agradezco todo el apoyo brindado y el haberme inculcado que la excelencia es un fruto que se cosecha gracias al esfuerzo constante y la disciplina.

Y finalmente, gracias a la familia APEC por proporcionarme el ambiente, las herramientas y recursos que me permitieron ser una profesional emprendedora, preparada y capaz de contribuir al desarrollo integral de la sociedad dominicana. ¡Gracias!

Lisbeth Lara García.

Durante el desarrollo de mis estudios en la Universidad APEC se han presentados altas y bajas, pero aun así he llegado al final de mi carrera. Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta aquí, por darme salud y fuerza para culminar esta gran etapa de mi vida.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional y por confiar en cada una de las decisiones que he tomado, porque aun estando lejos confían completamente en su niña.

Agradezco a mis amigos porque cuando había estrés, con sus ocurrencias lograban disiparlo, sus consejos y palabras de aliento fueron, son y serán necesarias para lograr cualquier meta que me proponga.

Agradezco a mis compañeros de la universidad por su amistad y compañerismo porque sin ellos esto no hubiera sido tan divertido y competitivo.

Agradezco a mis compañeros de tesis por acercarse y permitirme ser parte de este proyecto, porque son personas valientes, apasionadas y esforzadas, por llenar de música cada reunión y mantener un ambiente de cero estrés, por su paciencia y ayuda.

Agradezco a todos y cada uno de mis maestros, personas capaces y preparada, porque lo dieron todo en cada clase y por guiarme en el aprendizaje en la carrera y en la vida cotidiana.

Agradezco a la Fundación Brugal por brindarme la beca que me permitió realizar esta carrera, porque siempre cumplieron con lo prometido a tiempo, gracias por creer en mí.

Y finalmente gracias a la Universidad APEC por tantas buenas experiencias vividas, experiencias que valen para toda la vida, experiencias que disfrute al máximo, risas, lágrimas y sobre todo por ser incubadora de tan buenos recursos humanos. ¡Gracias!

Ana M. Vázquez.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
TABLA DE CONTENIDO	9
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	11
INTRODUCCIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	18
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
DISEÑO METODOLÓGICO	20
Tipo de estudio.....	20
Método	20
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	21
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE	24
1.1 Proceso	24
1.1.2 Clasificación e Identificación de Procesos.....	26
1.1.3 Identificación de Procesos.....	28
1.2 Optimización de Procesos.	29
1.3 Kaizen	34
1.4 Ciclo de Deming (PDCA)	36
1.5 Diagrama Causa-Efecto	39
1.6 Distribución en Planta (Layout)	41
1.7 Diagrama de Recorrido	42
1.8 Estudio de Tiempo	44

CAPITULO II: MARCO LEGAL	47
2.1 Principios generales del programa nacional de seguridad.	47
CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO	54
3.1 Descripción general de la Empresa	54
3.1.4 Organigrama de la Torre	57
3.2 Procesos del Control de Tránsito Aéreo.....	58
3.3 Descripciones de las posiciones	58
3.4 Descripción de los procesos	58
3.4.1 Proceso para la Salida:	58
3.4.2 Proceso para la llegada:.....	62
3.5 Análisis de las operaciones	65
3.6 Identificación de Puntos críticos (Hot-Spots).	69
3.7 Dimensiones de las pistas y calles de rodaje.....	70
3.7.1 Desviaciones Operacionales anteriores a septiembre 2016.....	75
3.7.2 Estudio de Tiempo.	77
3.8 Análisis y propuestas para el control y optimización de operaciones.....	79
3.8.1 Situación actual	79
3.8.2 Factores Contribuyentes en la comisión de errores.....	81
3.9 Propuestas y plan de acción.	86
3.9.1 Rutas estandarizadas de Rodaje	90
Standardized Taxy Route (STR)	90
3.9.2 Zona de espera en el área de maniobras.....	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	98
Bibliografía	98
Documentos publicados en Internet:.....	101
ANEXOS	102
Anexos Generales	102

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PROMEDIOS DE LLEGADAS.	66
TABLA 2. PROMEDIOS DE SALIDAS.	67
TABLA 3. DIMENSIONES DE LA PISTA Y ANCHO DE CALLES DE RODAJE.....	70
TABLA 4. INCIDENTES POR TRIMESTRE.....	76
TABLA 5. ESTUDIO DE TIEMPO (SALIDAS, ABANDONANDO PISTA).....	77
TABLA 6. ESTUDIO DE TIEMPO (SALIDAS, RODAJE + DESPEGUE).....	77
TABLA 7. ESTUDIO DE TIEMPO (LLEGADAS).....	78

LISTA DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1. ENFOQUES DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	33
ILUSTRACIÓN 2. CICLO PDCA.....	38
ILUSTRACIÓN 3. DIAGRAMA DE PESCADO.....	40
ILUSTRACIÓN 4. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA DISTRIBUCIÓN ANTIGUA DE UN GRUPO DE OPERACIONES DEL RIFLE.....	44
ILUSTRACIÓN 5. ORGANIGRAMA DE LOS SERVICIOS DE TRANSITO AÉREO DEL AEROPUERTO.....	57
ILUSTRACIÓN 6. PROCESO BÁSICO DE SALIDA.....	62
ILUSTRACIÓN 7. PROCESO BÁSICO DE LLEGADA.....	65
ILUSTRACIÓN 8. LLEGADAS POR TURNO.....	67
ILUSTRACIÓN 9. SALIDAS POR TURNO.....	68
ILUSTRACIÓN 10. PLANO DE AERÓDROMO CON PUNTOS CONFLICTIVOS IDENTIFICADOS POR LOS CONTROLADORES DE AERÓDROMO.....	69
ILUSTRACIÓN 11. VALOR DEL RIESGO MENSUAL.....	76

<i>ILUSTRACIÓN 12. DIAGRAMA ISHIKAWA PARA LAS PRINCIPALES DESVIACIONES OPERACIONALES VISTAS EN EL AERÓDROMO DE ESTUDIO. POSIBLES CAUSAS</i>	86
<i>ILUSTRACIÓN 13. STR LLEGADAS</i>	90
<i>ILUSTRACIÓN 14. STR SALIDAS</i>	91
<i>ILUSTRACIÓN 15. ZONA DE ESPERA PARA POSICIÓN</i>	93

INTRODUCCIÓN

Los aeropuertos son de vital importancia para la economía dominicana pues estos representan la principal forma de admisión del turismo y una fuente significativa de empleos. Si bien su estructura e instalaciones pueden llegar a ser una sorprendente obra de ingeniería deben asimilarse como un organismo complejo e integrado que utiliza recursos tecnológicos, sistemas de diversa índole, maquinaria industrial y capital humano para la atención de los pasajeros, recepción de carga y el control y gestión del tráfico aéreo nacional e internacional.

El motivo de ser de un aeropuerto es el transporte seguro, ordenado y rápido de personas y mercancías. Sin embargo, debido a la gran cantidad de elementos que intervienen en este proceso y a la seguridad que se debe garantizar en el mismo, es necesario que se adopten métodos que garanticen el correcto desempeño de las operaciones del aeródromo de la manera más eficiente posible.

Con esta propuesta se pretende optimizar las operaciones aeronáuticas de un aeropuerto de la República Dominicana, ubicado en la región este del país, identificando las desviaciones operacionales que inciden en el aumento de incidentes y accidentes, con el propósito de proponer mejoras para maximizar la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas relacionadas con el área de maniobras del aeropuerto y la tarea llevada a cabo por la torre de control.

JUSTIFICACIÓN

En el contexto de la aviación, seguridad operacional es “el estado en el cual la posibilidad de daño a personas o propiedades es reducida y mantenida por debajo de un nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación y manejo de riesgos.”

Mientras que la eliminación de accidentes de aeronaves e incidentes serios es la meta final, se reconoce que la aviación nunca será segura en su totalidad. Las actividades humanas o sistemas construidos por el hombre no pueden ser garantizados como absolutamente libres de errores operacionales y sus consecuencias. Por consiguiente, la única forma de hacer la aviación un sector rentable es a través de la optimización del sistema y la mitigación continua de riesgos.

Es importante notar que la aceptación del desempeño y la seguridad son constantemente influenciadas por las normas nacionales y la cultura. Sin embargo, mientras los riesgos se mantengan bajo un nivel apropiado de control, el sector dinámico y abierto que es la aviación podrá mantener un balance apropiado entre producción y protección.

La optimización del aeropuerto ubicado en la región este implicaría una reducción de las demoras a las que son sometidos los operadores de aeronaves, incidentes y posibles accidentes, costos por retrasos, entre otros, beneficiando significativamente a todos los usuarios de la estación a través de un mejor desempeño en los procesos operacionales.

Desde el punto de vista financiero los implicados se benefician a través de:

- Estabilidad, seguridad y respaldo de los clientes: Los clientes están al tanto de que algunos operadores son más seguros y rápidos.
- Buen trabajo y mejor vida para sus empleados.
- El ajuste de los turnos de trabajo para evitar fatiga y brindar un mejor desempeño.
- Incremento de la seguridad.
- Mitigación de accidentes e incidentes que pueden resultar en pérdida de vidas, pago de penalidades, cese de operaciones, etc.

Gracias al acceso a la fuente de información y a los procesos que se estudiarán, es posible a través de esta propuesta ofrecer mejoras encaminadas a optimizar alguno de los procesos con fines de percibir los beneficios anteriormente mencionados, a sabiendas de que es necesario que los involucrados en el sector aeronáutico adopten medidas encaminadas a la mejora de los procesos y aseguramiento de la seguridad operacional y una vez establecidas sean mantenidas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aviación es un mundo apasionante lleno de retos y oportunidades creadas por el hombre y su búsqueda imparable de surcar los cielos con la libertad de un ave. Si bien se han generado avances que le han dado la capacidad de alcanzar las alturas, cada día se documenta lo vulnerables que somos una vez estamos a bordo de una aeronave. Por ello, personas han dedicado su tiempo a buscar métodos que proporcionen un nivel satisfactorio de seguridad permitiendo que el negocio que un día fue un sueño siga prosperando, transportando a millones de pasajeros cada año siendo la vía más rápida para viajar.

En los aeropuertos dominicanos históricamente se han documentado debilidades en el cumplimiento de los procedimientos recomendados por las autoridades nacionales e internacionales que pretenden hacer de la aviación una empresa segura y rentable, tal problemática es respaldada con un alto número de incidentes en los aeropuertos, así como un aumento en las demoras que experimentan las líneas aéreas.

Muestra de lo anterior son los casos de accidentes e incidentes de aviación registrados a nivel nacional en los últimos años, muchos de los cuales luego de investigaciones han arrojado resultados que apuntan a errores humanos que pudieron ser evitados a través del cumplimiento de lo establecido en los documentos oficiales, así como con el estudio más acabado de las situaciones recurrentes.

Esta cadena de incidentes y accidentes desencadenó en la pérdida por parte del Estado dominicano de la Categoría 1 otorgada por la FAA (Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos, en inglés) a los estados que cumplen con elementos críticos y recomendaciones de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), permitiendo que los certificados operen sus aeronaves en Estados Unidos.

Si bien la República Dominicana se recertificó en esta categoría (año 2007-08) fue en 1993 cuando la primera evaluación IASA (International Aviation Safety Assessment) arrojó resultados desastrosos en los que se reflejaba que en el país no existía una institución de aviación civil con capacidad para asegurar las operaciones aéreas de las líneas nacionales existentes en ese entonces (14), colocando al país en la Categoría 3. Esto quiere decir que esas empresas no podían expandir sus rutas a EE. UU y la suspensión de operaciones de la aerolínea bandera (DOMINICANA DE AVIACIÓN).

De acuerdo a los tratados bilaterales entre la República Dominicana y los Estados Unidos, cada uno se comprometía a cumplir una serie de reglamentos que le permitiera operar en el otro país sin mayores inconvenientes. Sólo que nuestro sistema de aviación presentaba ciertas deficiencias que había que corregir, para lo cual las autoridades estadounidenses redactaron un informe en el año 1993, y el resultado de esa evaluación fue la penosa Categoría 3, luego convertida en Categoría 2.

El país recuperó tras muchos esfuerzos la credibilidad ante las autoridades internacionales, permitiendo que el personal que ofrece los servicios de tránsito aéreo pueda entrenarse y certificarse bajo el amparo de la autoridad nacional, siendo el elemento determinante en el proceso de recuperación La Ley de Aviación Civil 401-06. Sin embargo, las auditorías son constantes y con un incremento de incidentes graves, el país se arriesga a perder la posición de prestigio que ostenta hoy.

Con esta propuesta se pretende documentar las principales violaciones a los procedimientos por parte de los controladores de tránsito aéreo, pilotos, personal de plataforma y operaciones de un aeropuerto internacional ubicado en la región este de la Republica Dominicana y sus consecuencias, con el fin de tomar medidas que reduzcan la posibilidad de sucesos debido al no seguimiento de los procedimientos operacionales establecidos por la Dirección de Navegación Aérea (DINA), Dirección de los Servicios de Tránsito Aéreo y otras dependencias del Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) bajo recomendación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), así como el establecimiento de procedimientos específicos que se ajusten a la situación del aeródromo estudiado y permitan optimizar las operaciones del mismo.

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál ha sido el número de desviaciones operacionales registradas en años anteriores?

¿Qué tipo de peligros generan estas desviaciones?

¿Cómo es el ambiente operativo del aeropuerto?

¿Cuál es el flujo de operaciones en el aeropuerto?

¿Cuáles son los reglamentos a seguir en el aeropuerto?

¿Cuáles son los reglamentos en los que se cometen desviaciones (violaciones) en los procedimientos?

OBJETIVO GENERAL

Determinar las desviaciones operacionales más comunes en un aeropuerto internacional ubicado en la región este de la República Dominicana para proponer métodos de optimización y mitigación de riesgos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar operaciones del Aeropuerto.
- ✓ Verificar el número de desviaciones operacionales registradas en años anteriores.
- ✓ Determinar cuáles desviaciones inciden directamente en la ocurrencia incidentes¹.
- ✓ Determinar los puntos críticos en que son más frecuentes la ocurrencia de incidentes y las razones que los producen.
- ✓ Determinar las razones por las cuales se incurre en desviación de los procedimientos establecidos.
- ✓ Optimizar las operaciones en el área de movimiento.²

¹ **Incidente:** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

² **Área de movimiento:** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

En este trabajo de grado se utilizarán: la investigación descriptiva, la cual permitirá recolectar datos para explicar los diferentes procedimientos del aeropuerto; y se describirán las causas que originan los errores en las operaciones y de qué manera ocurre el fenómeno u objeto de estudio.

Los estudios descriptivos según (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2011): ``Buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 2010). Es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga``.

Método

En esta investigación se utilizarán los siguientes métodos de investigación:

Método analítico: El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías (Ruiz, p. 2008). Con este método es posible descomponer, por ejemplo, el

proceso de salida de una aeronave en varios pasos con fin de analizar las variables que incumban en cada uno y el comportamiento del objeto de estudio en cada caso.

Este método será utilizado en este documento para determinar y desglosar cada una de las operaciones ejecutadas en el aeródromo de forma detallada, de manera tal que se pueda identificar en que parte de los procesos se presentan la mayoría de los incidentes.

Método lógico deductivo: Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de la vinculación de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble (Behar, 2010):

- ✓ Consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos: a partir de los principios expuestos en manuales y documentos oficiales. Por ejemplo: documentos de la OACI.
- ✓ Sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos: puesto que la realidad del país es una distinta a la de los documentos, cada aeródromo, la capacitación recibida por el personal es diferente.

Este método será utilizado en este trabajo para determinar por medio del escrutinio de la documentación de referencia cuales son los puntos donde podrían manifestarse desviaciones.

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Encuestas

Es una investigación hecha sobre una muestra de individuos que representa un grupo general más amplio, utilizando métodos normalizados de interrogación con el objetivo de obtener mediciones cuantitativas de una gran diversidad de propiedades objetivas y subjetivas de la población.

(Francisco Alvira Martin, 2011) Afirma que los diferentes pasos a realizar para una encuesta se agrupan en cinco fases, partiendo de que los objetivos de la encuesta están ya fijados y existe un proyecto de la misma:

- Planteamiento o diseño del cuestionario
- Selección de la muestra
- Desarrollo del trabajo de campo
- Preparación de la información/ datos
- Análisis de la calidad de la información

Esta técnica de investigación será utilizada en este trabajo con el objetivo de obtener información proveniente de fuentes muy confiables, en este caso de los controladores de aeródromo del aeropuerto. Mediante la encuesta obtendremos datos específicos orientados a los objetivos específicos del trabajo, pues, las preguntas están basadas en dichos objetivos.

Recopilación documental

Esta será otra de las técnicas que se utilizarán para obtener la información en este trabajo.

“Se puede decir que la recopilación documental es un instrumento o técnica de investigación

social cuya finalidad es obtener datos e información partir de documentos escritos y no escritos, susceptibles de ser utilizado dentro de los propósitos de una investigación en concreto.” (Lundberg, 2012).

La recopilación documental permitirá obtener información relevante sobre la ocurrencia de incidentes y estadísticas que ayudaran a conocer la situación actual del aeródromo.

Hay diversidad de documentos que se pueden utilizar para realizar una investigación, entre los cuales se encuentran:

- a. documentos escritos
- b. documentos numéricos o estadísticos
- c. documentos cartográficos
- d. documentos de imagen y sonido
- e. documentos-objeto

Una fuente de documentación que será utilizada con mucha frecuencia será el Internet debido a la cantidad de información que se puede obtener de sitios confiables que permitirán el desarrollo de este trabajo.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se examina el estado del arte de los procesos y métodos de optimización más relevantes y aplicables al caso de estudio que se desarrolla en el capítulo III, con el propósito de contar con un sistema conceptual o teórico, al que se acogerá el diseño del proceso de optimización de las operaciones aeronáuticas del aeropuerto en cuestión.

1.1 Proceso

Un proceso es el conjunto de tareas que conforman una serie de actividades, interrelacionadas entre sí, que transforman una entrada en una salida con valor añadido para el usuario (Valencia, 2011).

En otras palabras, proceso es el conjunto de actividades lógicamente organizadas que hace uso de los recursos de la organización para alcanzar resultados específicos basados en los objetivos de la misma.

Proceso es una totalidad que cumple un objetivo útil a la organización y que agrega valor al cliente (Carrasco, 2011). Es decir, es el conjunto de recursos y actividades, interrelacionadas, repetidas sistemáticamente, a través de las cuales los insumos o entradas son convertidos en resultados esperados, siendo estos el objetivo principal del proceso.

Nariño(2008), lo define cómo una serie de actividades secuenciales e interdependientes, orientadas a la consecución de un resultado, en el que se agrega valor a un insumo y se contribuye a la satisfacción de una necesidad.

Cada salida de un proceso tendrá que cumplir una serie de requisitos fijados por el cliente o establecidos según sus necesidades. Se espera que el resultado obtenido con el proceso añada

valor al cliente, entendiendo por valor aquello lo que tiene utilidad para él y que, por ello, aprecie. Si existen procesos cuyo resultado no aportan valor (o este es mínimo) deberían replantearse o incluso eliminarse.

En el sector aeronáutico el elemento más importante es la calidad de sus procesos, considerando que todos deben ser seguros pero rápidos. Es por esto, que se han adoptado técnicas de mejora continua y gestión de procesos.

A pesar de que existen innumerables tipos de procesos todos tienen características comunes, según Blanco (2014):

- ✓ Son conjunto de actividades relacionadas que se encuentran lógica y secuencialmente ordenadas.
- ✓ Tienen una entrada (input)
- ✓ Tiene un resultado (output).
- ✓ Pretenden satisfacer las necesidades de un cliente.

Otros autores, como Velasco (2009), identifican los siguientes elementos:

- ✓ Input: entrada o recurso que alimenta el proceso.
- ✓ Personas: el responsable del proceso y los empleados que trabajan en él.
- ✓ Recursos físicos: hardware, software, instalaciones, entre otros.
- ✓ Método/Planificación del proceso: cómo, quién y cuándo se hace.

- ✓ Output: el resultado al completar el proceso (producto, servicio o una combinación de ambos).

Otra característica interesante es que las actividades que forman parte del proceso no tienden a organizarse de una manera estándar, es decir, pensando únicamente en un escalafón u orden jerárquico. La mejor manera de organizar un proceso es orientarlo al objetivo principal, dígase, obtener el resultado (output) que satisface las necesidades o demandas de los consumidores.

1.1.2 Clasificación e Identificación de Procesos

Los procesos en una organización difieren en cuanto a la influencia en la satisfacción de los clientes, los costes, en la estrategia, en la imagen corporativa, entre otros. Es útil clasificar los procesos teniendo en consideración su impacto en estos ámbitos.

La organización debe adaptar su estructura de modo que facilite el despliegue efectivo de la política y estrategia.

Los procesos en una organización se pueden clasificar en distintos tipos según la función de la repercusión directa que tienen sobre el producto o servicio ofrecido.

Estos pueden clasificarse en tres tipos: procesos estratégicos, clave y de soporte.

Los **procesos estratégicos** son desarrollados por parte de la gerencia de la empresa, muestra las normas fundamentales que ha de seguir la empresa la hora de determinar las líneas fundamentales de su actividad, el modo en que la empresa se desarrolla, evoluciona y adopta las decisiones fundamentales sobre su futuro. Como su nombre lo indica, este tipo de procesos marcan las líneas básicas que la estrategia de gestión habrá de seguir para dirigir la

empresa, el modo en que la empresa actúa dentro del mercado en el que desarrolla su actividad económica (García, 2015). Son aquellos que despliegan y mantienen las políticas y estrategias de la Unidad o Servicio. Proporcionan directrices y límites de actuación, al resto de los procesos. Ejemplos: comunicación interna, comunicación con los clientes, marketing, revisión del sistema, planificación estratégica. Estos procesos permiten definir y desplegar las estrategias, políticas y objetivos de la organización.

En general son similares en todas las organizaciones, aunque la forma en la que se realiza difiere de unas a otras. Ejemplo de esto son: la gestión de las relaciones con el cliente, desarrollo de alianzas estratégicas, sistema de dirección, establecer los objetivos, creación de políticas.

Para identificar este tipo de procesos hay que conocer las metas de la organización, sus políticas y las estrategias, ya que, este tipo de proceso está destinado a definir y controlar dichos aspectos. En el Ciclo Deming (PDCA) los procesos estratégicos corresponden a la letra P (Planear).

(Tecnología, 2012, p. 9). Los **procesos claves** justifican la existencia del producto o servicio. Están ligados directamente a los servicios que se presten y orientados a los clientes/usuarios y a los requisitos. En general, suelen intervenir varias áreas funcionales en su ejecución y son los que pueden conllevar los mayores recursos. García (2015) nos dice:

Los **procesos claves** indican el modo en que han de desarrollarse las actividades de la empresa que tienen por objeto prestar los servicios al cliente, entendiendo ello tanto respecto a la producción de bienes como a la prestación de servicios y a la serie de actuaciones postventa que sean precisos. Cada uno de los procesos aporta un nuevo valor a la actividad

empresarial y son los que más directamente se perciben por parte del cliente, por lo que, en caso de que existan errores en los mismos, descenderá el valor que el cliente percibe en relación con la actividad empresarial. (p. 55). Este hecho denota la importancia de estos procesos.

Para identificar este tipo de proceso es necesario en primera instancia conocer las necesidades de los clientes y demás grupos de interés, dicho conocimiento es el que permite definir y determinar cuál es el proceso clave. Ahora bien, existen varias formas a través de las cuales la empresa u organización puede conocer dichas necesidades tal como son las encuestas de satisfacción y el contacto directo con los clientes.

Los **procesos de soporte** también llamados de apoyo, son aquellos que proporcionan los recursos necesarios para que se puedan llevar a cabo los procesos clave y poder generar el valor añadido deseado por el cliente, pero estos procesos en si no agregan valor al cliente, al contrario, los clientes en este proceso son internos, es decir, el personal de la organización es por este hecho que para identificar si un proceso es o no de soporte o apoyo basta con saber para quien está dirigida la actividad.

En general los procesos de gestión (pago de nóminas, facturación, contabilidad, entre otros). y algunos otros como los procesos de auditorías internas, gestión de los sistemas de información, entre otros, son considerados como de soporte.

1.1.3 Identificación de Procesos

En toda Unidad o Servicio se llevan a cabo diversas actividades y tareas que en su totalidad forman parte de procesos. Comúnmente estos se desconocen, llevando a ignorar la situación real de cada tarea dentro del proceso y, por tanto, de cualquier posibilidad de mejora. La

identificación de los procesos se puede realizar por diversos métodos (tecnología, 2002).

Ejemplos:

1. Relacionando las tareas que realizan las personas. A continuación, se clasifican, se agrupan y se asignan a procesos.
2. Identificando los procesos, a partir de los resultados finales (producto o servicio prestado). De cada resultado o producto final se indaga de dónde viene, cómo ha sido realizado, quién lo ha hecho y así, sucesivamente.
3. Estableciendo los procesos principales (claves u operativos) de acuerdo a la misión de la Unidad y, a partir de aquí, buscar el resto de procesos.

Para la identificación es útil preguntarse por: el objetivo, las entradas, las salidas, los recursos, el procedimiento y/o sus especificaciones. Una vez identificados, se documentarán aquellos procesos (estratégicos, clave y de soporte) que se consideren necesarios. En todo caso, los procesos clave u operativos deberán estar documentados.

1.2 Optimización de Procesos.

Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse un proceso (ISO 9000:2005). En cualquier proceso intervienen una gran cantidad de variables y elementos que necesitan ser medidos, para poder ser controlados y optimizados; por lo tanto, una parte crucial de la optimización de procesos es la identificación de los factores que inciden directamente en el desempeño del proceso.

El uso de estrategias con tendencias a la optimización permite que los procesos, usualmente subutilizados, exploten una capacidad latente. El mejor desempeño alcanzable en la industria de procesos es la “Optimización de Procesos” y se hace posible pese a las condiciones de producción existentes a través de los mejores ajustes posibles: la condición óptima. (Moreno, 2016). A sabiendas de que el primer paso es el ajuste del control de entradas con miras a medir y controlar el desempeño de la producción.

Desde el punto de vista práctico la Optimización de Procesos busca la mejor solución a problemas en los procesos o sistemas tomando en cuenta sus restricciones.

Cabe mencionar que, para percibir la magnitud de la optimización de un proceso es necesario comparar los valores de sus indicadores de desempeño antes y después de las mejoras realizadas. Por esta razón, es imperativo identificar y registrar los valores de los indicadores de desempeño previo a la optimización del proceso, para que estos funcionen como referencia con la cual comparar los valores de los indicadores luego de la optimización. (Guía para la optimización, estandarización y mejora continua de procesos. , 2016)

Para optimizar un proceso es necesario seguir un ciclo de mejora continua que consta de cuatro etapas:

- **Planificar** las metas de optimización y la forma de alcanzarlas. Para esto es necesario recopilar información que permita el manejo profundo de los detalles del proceso, especificar los detalles de los resultados que se esperan, y definir las operaciones necesarias para lograr el producto o servicio.
- **Ejecutar** las operaciones planificadas para la optimización del proceso. Esto engloba todo lo que tiene que ver con la administración del nuevo plan.

- **Comprobar** la efectividad de las operaciones de optimización. Luego de cierto tiempo, se repite la recopilación y el análisis de datos con el fin de hacer comparaciones. Luego se le da seguimiento a la implementación y evaluación del plan en ejecución, con una documentación de las conclusiones.
- Basándose en esas conclusiones, elegir **acciones**. Estas acciones estarán relacionadas con la detección de errores parciales, relevantes e insalvables para generar una retroalimentación y optimización en la Planificación.

Antes de elegir una metodología de optimización de procesos es necesario realizar una identificación de aquellos procesos abruptos y problemas críticos, por ejemplo:

- Actividades demoradas.
- Repetición de tareas debido a errores.
- Procesos descontrolados o no estandarizados
- Inventario y buffers se encuentran inactivos.
- Violación de los procedimientos para acelerar el trabajo.
- Nadie gestiona la totalidad del proceso.

A la hora de elegir una metodología es recomendable analizar y comparar los requisitos de implantación respecto a las características, limitaciones y necesidades de implementación; posterior es necesario crear un sistema de clasificación (puntuación) para poder determinar a qué nivel cada metodología satisface las necesidades.

En general, los beneficios de la implementación de metodologías de optimización de procesos abarcan:

- ✓ La obtención de resultados de alta calidad al aportar consistencia a las operaciones diarias.
- ✓ Más flexibilidad al actuar rápido y hacer los cambios necesarios en momentos críticos.
- ✓ Monitoreo de las capacidades de desempeño
- ✓ Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.

Entre los enfoques utilizados para la optimización de procesos orientados a resolver problemas de calidad, productividad y costos de las operaciones se puede mencionar:

El **enfoque incremental**, el cual está basado en una filosofía de mejora llamada Kaizen, involucra cambio en todas las personas, lugares y días, de manera continua.

El **enfoque de rediseño**, se relaciona con la perspectiva de rediseño de procesos centrado en la descripción y en el análisis del valor de cada fase, usando como medio para el logro de metas esperadas la reducción de los tiempos de ciclo, mejorando la cadena de valor y la competitividad.

El **enfoque de reingeniería**, se basa en la premisa de que la mejora continua no es suficiente para que las empresas sigan siendo competitivas en el mercado global, por lo que define una nueva forma de operar con alto grado de cambio, con expectativas de nuevos y mejores resultados, aunque esto hace que el riesgo, el costo y el tiempo asociados sean muy largos. (Figuerola, 2014)

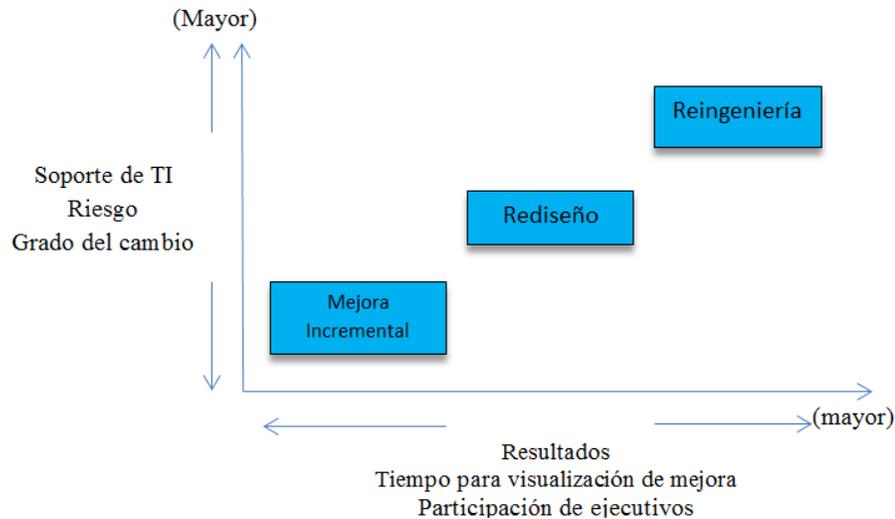


Ilustración 1. Enfoques de Optimización de Procesos

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra claramente las características de cada enfoque dando una mejor idea a la hora de elegir con cual trabajar. Así mismo, se aprecia cada enfoque en términos de resultados, tiempo e inversión.

Gracias a la optimización de procesos las organizaciones pueden reducir sus niveles de fallas y errores. Con ello aportan a la reducción de gastos o costos por producción lo que conlleva a un aumento de los beneficios y rentabilidad que la empresa recibía previa a la optimización.

Para ello existe una amplia gama de herramientas orientadas a conseguir los mejores resultados respecto a los objetivos que persigue la organización. A la hora de elegir una es necesario conocer su funcionamiento y saber que puede conseguirse a través de ella.

1.3 Kaizen

El significado de la palabra Kaizen es mejoramiento continuo. Esta filosofía está compuesta por un conjunto de pasos que permiten analizar variables críticas del proceso de producción en búsqueda constante de mejoría con la ayuda de equipos multidisciplinarios.

Esta filosofía originaria del Japón sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. Se originó por la necesidad de aumentar la productividad, competitividad y calidad de los sistemas productivos durante la Segunda Guerra Mundial.

Barraza (2007) define el Kaizen como una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental.

Robert Maurer autor del libro **“El camino del KAIZEN. Un pequeño paso puede cambiar tu vida”** (España, editorial Vergara, 2006), afirma que El kaizen y la innovación son las dos principales estrategias que las personas utilizan para generar cambios. También hace hincapié en que todo lo que el kaizen requiere es dar pasos pequeños y cómodos para mejorar. El Kaizen es la mejora continua que involucra a todos, directivos y trabajadores y uno de sus requerimientos más importantes es iniciar las mejoras de inmediato, en lugar de esperar hasta que haya un plan espectacular, debido a que este método se enfoca en realizar modificaciones pequeñas pero significativas.

Kaizen identifica problemas, los analiza, prueba e implementa nuevas prácticas y establece nuevos estándares. Se ha implementado en prácticamente todos los países del mundo que

Manufacturan. Independientemente del idioma o nivel de educación de la fuerza laboral, ha sido implantado por presidentes de compañías, así como trabajadores de nivel inicial.

La implementación del Kaizen resulta provechosa debido a que provee un excelente retorno de inversión financiera y de recursos humanos. Y, puesto que el Kaizen nunca acaba, continuamente estará arrojando mejoras. (Mika, 2006).

La meta principal del Kaizen es el logro simultáneo de excelencia en Calidad, Costo y Entrega (Moore, 2007):

- ✓ Calidad de productos terminados, de productos intermedios (Work in process), y de los procesos de fabricación de los productos. Un producto de baja calidad nunca debe ser llevado al proceso subsiguiente. La Gestión y Control de la Calidad Total (TQM y TQC) son elementos esenciales en el apoyo de la calidad de producción.
- ✓ Costo: el coste global de diseño, producción, venta y servicio, no sólo el coste de producción.
- ✓ Entrega del volumen requerido a tiempo, todo el tiempo.

Las tres condiciones se deben cumplir para satisfacer a los clientes y apoyar el negocio.

Para la implementación del Kaizen es necesario aplicar como mínimo cuatro principios fundamentales:

1. *Optimización de los recursos actuales*: Las organizaciones tienden a adquirir nuevos recursos para alcanzar una mejora. El primer paso para la implementación consiste en analizar la utilización de los recursos actuales, para mejorar el uso y el funcionamiento de bienes.

2. *Rapidez para la implementación de soluciones:* Para practicar el Kaizen es necesario solucionar los problemas en cortos plazos. Por lo tanto, es necesario minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones; en caso de que los problemas sean muy complejos, Kaizen propone descomponer el problema en pequeñas acciones de sencilla solución.
3. *Criterio de bajo o nulo costo:* Es necesario aplicar la filosofía de Kaizen con una mínima inversión, sin estimular el uso intensivo de capital dejando de lado la mejora continua. Las propuestas realizadas se centran en la creación de actividades de participación y estímulo del personal
4. *Participación activa del operario en todas las etapas:* Es importante que el operario se integre en cada etapa de las mejoras, entre estas, planificación, análisis, ejecución y seguimiento. De esta manera se cumple la característica de la filosofía Kaizen, donde el operario tiene el mejor conocimiento de la operación que este realiza en sus labores.

La filosofía de Kaizen se ayuda de diversas herramientas: Ciclo de Deming (Ciclo PDCA), Just in Time, 5'S, entre otras.

1.4 Ciclo de Deming (PDCA)

Es una técnica desarrollada por W. A. Shewart entre 1930 y 1940 para organizar el trabajo y seguimiento de proyectos de cualquier tipo. En 1950 E. Deming la toma y la difunde como una alternativa para encarar los proyectos de acción o mejora sobre los procesos propios,

externos o internos (por tal motivo en Japón lo llaman “ciclo Deming”) (José M. Alemany ,2004).

El PDCA es una forma sistemática y estructurada para la resolución de problemas. Garraza (2016). El ciclo está compuesto por 4 pasos incesantes que buscan corregir y mejorar los procesos constantemente.

(Meisel, Babb, Marsh, & Schlichting, 2007) Desglosan los pasos de la siguiente manera:

Plan:

- Descomponer la actividad de forma que pueda tener claro donde inicia y finaliza.
- Asegurar que esta segmentación es manejable en el tiempo permitido
- Definir las mejoras a lograr
- Comprometer las personas adecuadas con la actividad
- Llevar a cabo la organización logística
- Completar cualquier tarea previa a iniciar el trabajo

Do:

- Considerar las posibles aproximaciones al problema
- Intentar aquellas que luzcan más viables
- Enfocarse en las que parecen más prometedoras

Check:

- Comprobar que se han cumplido los objetivos

Act:

- Si se cumplió con lo que estaba previsto, estandarizar el nuevo método- la estandarización es un componente clave.
- Si no se ha logrado lo previsto, repetir el ciclo en busca de cabos sueltos

Para desarrollar el Ciclo PDCA se debe realizar una secuencia de pasos lógicos requeridos para implementarlo en el proceso, como puede observarse en la Figura:



Ilustración 2. Ciclo PDCA

Fuente: (http://www.liceocervantes.edu.co/calidad/ciclo_pdca.html)

1. Identificar y registrar: Identifica la situación de no conformidad u oportunidad de mejora en forma concreta.
2. Recopilación de información: Investiga las características específicas de la situación identificada y se recopila la información requerida sobre esta situación. Además, se mantiene un registro de estos datos adquiridos.

3. Análisis: Determina las posibles causas que están originando el problema.
4. Elaboración del Plan de Acción: Plantea las acciones correctivas, preventivas o de mejora que son consideradas como las más viables, teniendo en cuenta la metodología, seguimiento y respuesta a la situación identificada.
5. Ejecución del Plan de Acción: Ejecuta las actividades definidas en la elaboración del Plan de Acción.
6. Verificación: Verifica la eficacia de la acción establecida.
7. Estandarización: Documenta los cambios originados por las acciones realizadas.
8. Consolidación y Conclusión: Consolida la información relativa a planes de acciones correctivas, preventivas y de mejora de los procesos de la organización, de tal forma que se prepara informes correspondientes.

1.5 Diagrama Causa-Efecto

En el Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa/Pescado), esta herramienta establece la relación entre un problema y las posibles causas que lo ocasionan, clasificándolas en diferentes categorías. La gráfica de este diagrama es parecida al esqueleto de un pescado, como puede observarse en la Figura 4, por lo que también es denominado como Diagrama de Pescado.

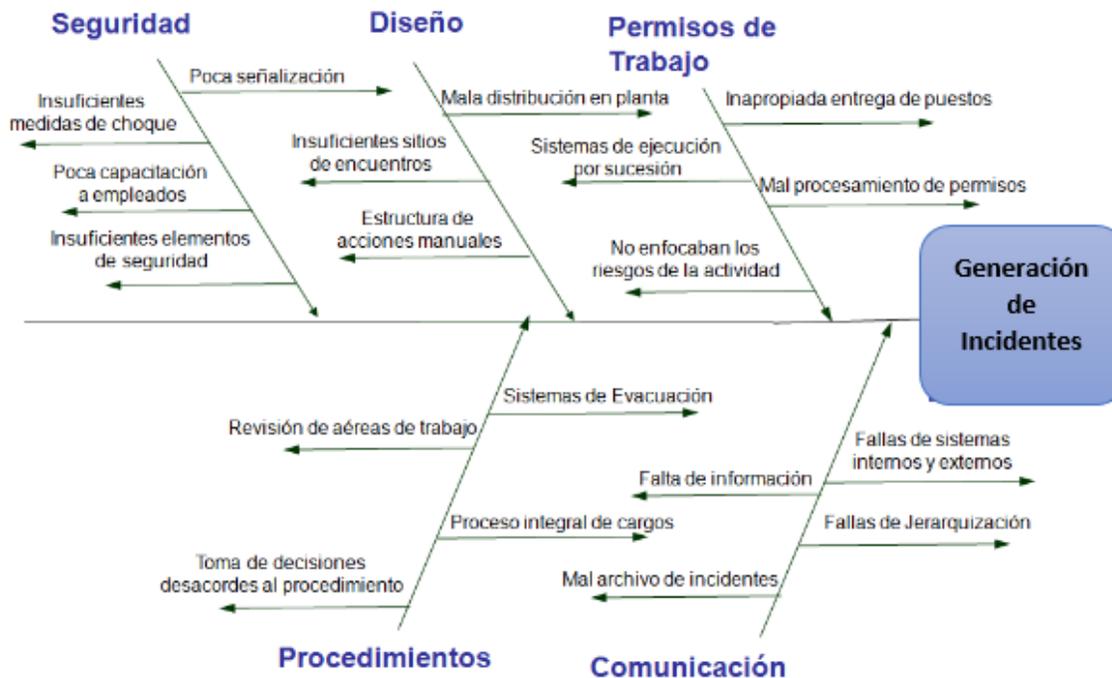


Ilustración 3. Diagrama de Pescado

Fuente: (<http://prietoingenieria.blogspot.com/>)

El Diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009). Además, Rojas Torres (2008) en su tesis de grado, define este diagrama como la representación de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto).

Por otro lado, Jackson (2015) define el Diagrama Ishikawa como una técnica utilizada para visualizar las causas y efectos. La misma es útil para determinar donde se originan los problemas de calidad y puede mostrar un camino para la corrección de estos errores. En otras palabras, es de ayuda para revelar la variación innatural dentro de un proceso, la cual causa una inconsistencia o problema de calidad.

Antes de realizar el diagrama es necesario completar los siguientes pasos:

- Identificación del problema a ser resuelto
- Desarrollar un entendimiento del proceso.
- Descomponer dicho problema en partes.

Una vez realizado los pasos anteriores, se puede proceder a realizar la construcción del diagrama completando las siguientes acciones:

- Definición del problema claramente.
- Realizar una Lluvia de Ideas para enumerar las posibles causas.
- Clasificar las causas en categorías: Mano de obra, Métodos de trabajo, Materiales, Maquinaria, Medio ambiente o Medición.
- Elaborar el diagrama de la siguiente manera:
 - Escribir el problema a la derecha, y trazar una flecha de izquierda a derecha.
 - Agregar las causas a su categoría correspondiente, trazando flechas secundarias en dirección a la principal.
 - Incorporar a cada una de estas flechas los factores detallados.

1.6 Distribución en Planta (Layout)

La *Distribución en Planta* consiste en la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación, comprendiendo de esta manera los espacios necesarios para los movimientos, almacenamientos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Niebel (2009) define la Distribución en Planta como la distribución eficaz de una planta donde se desarrolla un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad requerida y a bajo costo.

Una distribución eficaz cumple con los siguientes objetivos principales:

- ✓ Integración de los factores que afecten la distribución.
- ✓ Movimiento de material en distancias mínimas.
- ✓ Circulación del trabajo a través de la planta.
- ✓ Utilización efectiva del espacio.
- ✓ Mínimo esfuerzo y máxima seguridad en los trabajadores.
- ✓ Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

No existe un tipo de distribución en planta preferido, una determinada distribución puede ser preferida en algunos escenarios y pobre en otros. En general, todas las distribuciones representan una o la combinación de dos de las siguientes distribuciones:

- ✓ *Distribución por posición fija:* en esta distribución el material permanece en situación fija, y son los hombres y la maquinaria los que confluyen hacia él.
- ✓ *Distribución por proceso:* las operaciones del mismo tipo se realizan en el mismo sector.
- ✓ *Distribución por producto:* El material se desplaza de una operación a otra, esta distribución abarca un área relativamente pequeña en la cual se desarrollan una variedad de operaciones.

1.7 Diagrama de Recorrido

Aunque el diagrama de flujo del proceso suministra la mayoría de la información necesaria incumbida en un proceso, no muestra un plan gráfico del recorrido (flujo) del producto trabajado.

En ocasiones resulta relevante obtener este tipo de gráficos para tener una idea más acabada de la situación del proceso y a partir de ello dar con nuevos métodos. Por ejemplo, a la hora de reducir el desplazamiento (transporte), el analista debe observar las distancias y espacios en donde puede construirse o acortarse el camino.

Benjamín Niebel (2009) define el *Diagrama de Recorrido* como una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso.

La manera ideal de obtener esta información es desarrollando un diagrama de las áreas envueltas y posterior representar el flujo, dígase, indicar el desplazamiento del material, producto o servicio entre las actividades.

A la hora de elaborar un diagrama de recorrido es necesario que el analista identifique las actividades individualmente con símbolos y números que se correspondan con los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. El flujo y su dirección deben indicarse mediante pequeñas flechas colocadas a lo largo de las líneas de flujo, pudiendo usarse variedad de colores para indicar diversas líneas de flujo.

El diagrama de recorrido proporciona una vista global de un proceso existente o propuesto, lo que hace de esta herramienta un elemento valioso a la hora de efectuar mejoras en la

distribución de la planta.

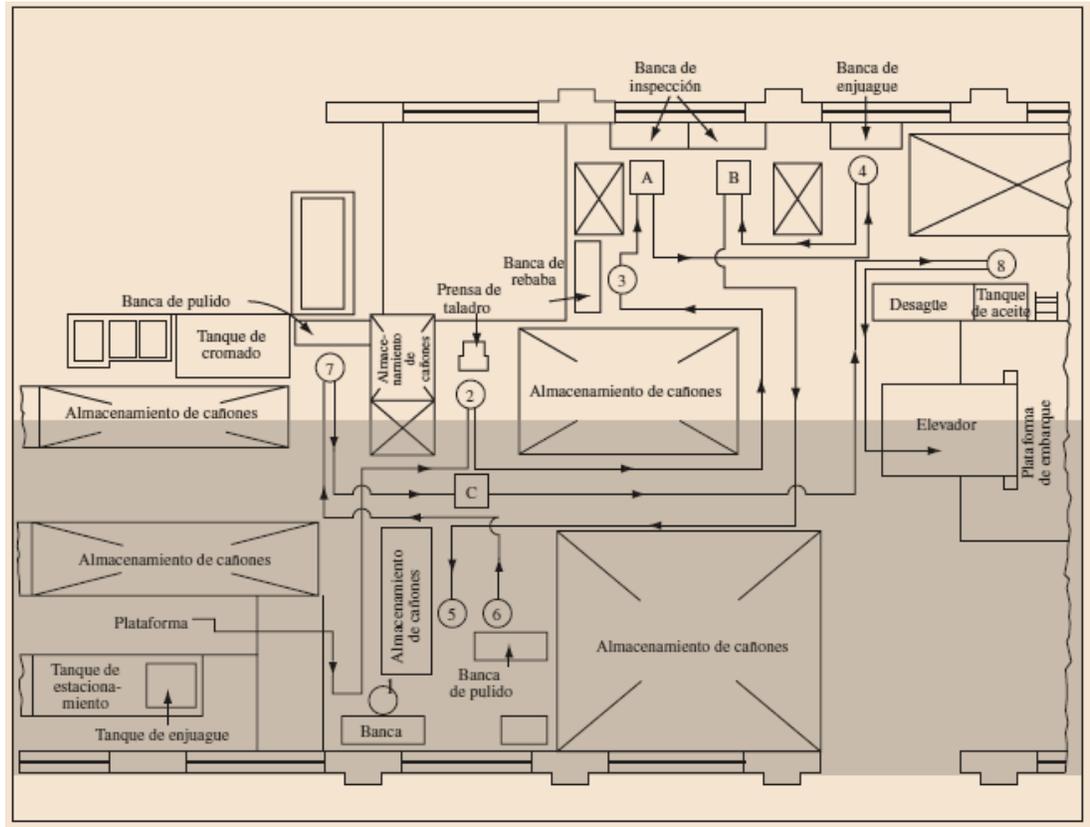


Ilustración 4. Diagrama de recorrido de la distribución antigua de un grupo de operaciones del rifle.

Fuente: (Niebel, Freivalds 2009)

1.8 Estudio de Tiempo

El *Estudio de Tiempo* es un método que sirve para determinar un día de trabajo justo según Benjamín Niebel (2009). El principio fundamental en la industria es que el empleado merece un pago justo diario, por el que la compañía merece un día de trabajo justo. Un día de trabajo justo puede definirse como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a un paso estándar y usando de manera efectiva su tiempo, donde el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso. Un día de trabajo justo es aquel que es

equitativo tanto para la compañía como para el empleado. Esto significa que el empleado debe proporcionar un día de trabajo completo por el salario que recibe, con suplementos u holguras razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga. Se espera que el trabajador opere con el método prescrito a un paso que no es rápido ni lento, sino uno que pueda considerarse representativo del desempeño durante todo el día, por el empleado experimentado y cooperativo.

Para realizar el estudio de tiempo se debe cumplir ciertos requerimientos fundamentales:

- ✓ El operario debe estar completamente familiarizado con el proceso.
- ✓ El método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use.
- ✓ El supervisor del departamento, sindicato y operario deben ser informados de que se realizará el estudio de tiempo.
- ✓ El analista debe determinar los elementos de la operación.
- ✓ Cada elemento debe registrarse en su secuencia apropiada.

El Estudio de Tiempo debe realizarse con requerimientos mínimos como un cronómetro, un tablero para el estudio de tiempo, calculadora de bolsillo y formatos impresos para asentar el estudio de tiempo. Además, este estudio puede realizarse de dos formas: *Cronometraje Acumulativo*, el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio, desde el principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio. *Cronometraje con Vuelta a Cero*, los tiempos se toman directamente, al acabar cada elemento se hace volver el reloj a cero y comienza inmediatamente el conteo para cronometrar el elemento siguiente.

Para realizar este estudio se debe seguir la siguiente secuencia de pasos lógicos, para obtener información acertada en los tiempos:

1. Obtener y Registrar información: Anotar la información acerca de la tarea, operario, condiciones del trabajo, materiales, plantillas, operación que se realiza, y en general todo lo que pueda incluir en la ejecución de la operación.
2. Descomponer la Operación en Elementos: Dividir la operación en diferentes elementos, también se separan las actividades manuales de las mecánicas. Además, de esta forma se establecen los puntos de inicio y fin de cada elemento.
3. Determinar el número de Ciclos a Cronometrar: Se determina los ciclos de acuerdo al nivel de actividad de la operación analizada, y la dispersión de los datos observados.
4. Medir y registrar el tiempo invertido: Para el cronometraje se utiliza materiales como cronómetro, tablilla con soporte para cronómetro, y planilla para la toma de datos.
5. Evaluar Simultáneamente el Factor de Actuación (valoración): Determinar al mismo tiempo la velocidad de trabajo efectiva del operario con relación a la velocidad normal preestablecida.
6. Convertir los tiempos en Tiempos Normales o Básicos: En esta etapa se convierte los tiempos observados en tiempos normalizados.
7. Determinación de los suplementos: Se determina los suplementos de acuerdo a los factores influyentes en el tiempo observado, estos suplementos son asignados al Tiempo Normal.
8. Determinación del Tiempo Asignado para la operación.

CAPITULO II: MARCO LEGAL

2.1 Principios generales del programa nacional de seguridad.

2.1.1 Objetivo del programa.

El Programa Nacional de Seguridad para la Aviación Civil (PNS) tiene como finalidad establecer la organización, métodos y procedimientos necesarios para asegurar la protección y salvaguarda de los pasajeros, tripulaciones, público, personal de tierra, aeronaves, aeropuertos y sus instalaciones, frente a actos de interferencia ilícita, perpetrados en tierra o en aire, preservando la regularidad y eficiencia del tránsito aéreo nacional e internacional en el Estado español y su espacio aéreo.

El Programa Nacional de Seguridad para la Aviación Civil se ha adoptado de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3.1 de la Ley 21/2003, de 7 de julio de Seguridad Aérea mediante acuerdo de Consejo de Ministros de 5 de mayo de 2006.

Por su parte, el Real Decreto 550/2006, de 5 de mayo, del Ministerio de la Presidencia designa la Autoridad competente responsable de la coordinación y seguimiento del Programa Nacional de Seguridad para la Aviación Civil y determina la organización y funciones del Comité Nacional de Seguridad de la aviación civil.

La Autoridad competente para la seguridad en la aviación civil, en el ámbito de sus competencias, hará cumplir las medidas en él contenidas, siendo éstas de obligada aplicación en la totalidad de los aeropuertos nacionales e instalaciones de navegación aérea, así como en los helipuertos con vuelos comerciales. Asimismo, las compañías y explotadores afectos al transporte aéreo están igualmente obligados a la aplicación de las normas contenidas en este

documento, con las responsabilidades y limitaciones de aplicación que se establecen en el Programa.

El presente Programa Nacional de Seguridad para la Aviación Civil satisface las normas y métodos recomendados del Anexo 17 de OACI al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, así como el Reglamento (CE) n.º

2.1.2 Ámbito de Aplicación y Limitaciones.

Para la consecución de los objetivos del Programa deberán aplicarse las medidas y procedimientos en él descritos en:

- a) todos los aeropuertos nacionales, helipuertos e instalaciones de navegación aérea, tanto incluidas como no incluidas en recinto aeroportuario;
- b) todos los operadores, entre ellos las compañías aéreas, que presten servicios en los aeropuertos mencionados en la letra a);
- c) todas las entidades que aplican normas de seguridad aérea que lleven a cabo sus actividades en locales situados dentro o fuera de las instalaciones del aeropuerto y suministren bienes y/o servicios a los aeropuertos mencionados en la letra a) o a través de ellos.

Quedarán fuera del ámbito de aplicación del Programa Nacional de Seguridad las Bases Aéreas y los aeródromos militares que reciban eventualmente tráfico civil. Se aplicarán, no obstante, llegado el caso, aquellas medidas que, consensuadas entre la Autoridad competente

de Seguridad de la Aviación Civil y el Ministerio de Defensa garanticen un adecuado nivel de protección. De igual manera, quedarán fuera del ámbito de aplicación del Programa Nacional de Seguridad las aeronaves de Estado.

Cuando no sea posible la aplicación de determinadas medidas en algunos aeropuertos o helipuertos, se podrán aplicar medidas alternativas que garanticen un nivel adecuado de seguridad conforme a lo dispuesto en por disposiciones adicionales de carácter restringido aprobadas por la Autoridad competente. En cualquier caso, estos aeropuertos y/o helipuertos presentarán un Programa de Seguridad para aprobación por la Autoridad competente.

2.1.3 Otros Programas de Seguridad para la Aviación Civil.

El presente Programa Nacional de Seguridad es tomado como una referencia para establecer las líneas generales de cumplimiento de normas básicas en materia de protección de la seguridad de la aviación civil. Fue extraído de la autoridad de la Aviación Civil del Estado español.

De acuerdo con lo indicado en el Artículo 11 del Reglamento (CE) n.º 300/08, el Programa se complementa con la adopción de procedimientos adecuados para el control de cumplimiento de las normas y métodos comunes a través del Programa Nacional de Control de Calidad de la Seguridad de la Aviación Civil (PNC). Igualmente, la formación en seguridad se asegurará en todos los niveles a través de un Programa Nacional de Formación de Seguridad de la Aviación Civil (PNF). El desarrollo y seguimiento de estos programas se realiza bajo la tutela de la Autoridad competente.

2.1.4 Alcance del Programa Nacional.

El alcance del Programa se ha adecuado al cumplimiento de los fines anteriormente indicados. La estructura del mismo sistematiza los procedimientos de aplicación y se ha ordenado para facilitar los procesos de auditoría e inspección de su cumplimiento.

2.1.5 Cumplimiento del Programa y Sanciones.

La Autoridad competente por su parte, velará por el cumplimiento de la norma y verificará su eficacia y correcta implantación a través del ejercicio de auditorías en todas sus formas. El carácter y procedimientos de estas evaluaciones de seguridad, se recogen en el Programa Nacional de Control de Calidad de la Seguridad de la Aviación Civil. Los gestores aeroportuarios, los operadores de transporte aéreo y en general todas las compañías que desarrollen su actividad en el entorno aeroportuario tienen el deber de someterse a tales auditorías y colaborar en su desarrollo ofreciendo los medios técnicos y humanos para su correcta realización.

El incumplimiento de las normas contenidas en el programa, puede ser objeto de sanción según se establece en la Ley de Seguridad aérea 21/2003.

2.2 Legislación.

El Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil tiene como fuente o base legal las legislaciones nacionales y los convenios internacionales suscritos y ratificados por el Estado Dominicano.

2.3 Convenios internacionales.

1) El Convenio sobre Aviación Civil Internacional, de fecha 7 de diciembre de 1944, suscrito en Chicago, del cual el Estado Dominicano es parte contratante; en su Anexo 17 establece la necesidad de elaborar e implementar un Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil, escrito, para salvaguardar las operaciones de aviación civil contra actos de interferencia ilícita; contenido de los procedimientos para la seguridad, regularidad y eficacia de los vuelos, Resolución No. 964 del 11 de agosto de 1945, Gaceta Oficial No. 6331, del 25 de septiembre del 1945.

2) Convenio sobre las infracciones y ciertos otros actos cometidos a bordo de las aeronaves, suscrito en fecha 14/sept./1963, en Tokio, Japón, Resolución No. 15 del 1 de septiembre del 1970. Gaceta Oficial No. 9199, de fecha 19/9/1970.

3) Convenio para la represión de actos ilícitos contra la Seguridad de la Aviación Civil, suscrito en fecha 23/sept./1971, en Montreal, Canadá, Resolución No. 408 del 15 de noviembre del 1972. Gaceta Oficial No. 9281.

4) Convenio para la represión del apoderamiento ilícito de aeronaves, suscrito en fecha 16/dic./1970, en La Haya, Holanda, Resolución No. 503 del 3 de marzo del 1973. Gaceta Oficial No. 9300.

5) Protocolo para la represión de los actos ilícitos de violencia en los aeropuertos que presten servicio a la aviación civil internacional, complementario al Convenio para la represión de los actos ilícitos contra la seguridad de la aviación civil, suscrito en fecha 24 de febrero de 1988, en Montreal, Canadá, Resolución No. 46-00. Gaceta Oficial No. 10053, del 31 de julio del 2000.

6) Convenio sobre la marcación de explosivos plásticos para fines de detección, suscrito en fecha 1 de marzo de 1991, en Montreal, Canadá, Resolución No. 27-00. Gaceta Oficial No. 10048, promulgada el 15 de septiembre del 2000.

7) Convenio para la Represión de Actos ilícitos relacionados con la seguridad de la aviación civil internacional, y Protocolo Complementario del Convenio para la represión del apoderamiento ilícito de aeronaves, suscrito en Beijing en fecha 10 de septiembre del 2010, Resolución No. 278-12, de fecha 19 de noviembre del 2012.

2.4 Legislación nacional.

1) La Constitución de la República Dominicana, promulgada el 26 de enero de 2010, publicada en la Gaceta Oficial No. 10561, de fecha del 26 de enero del 2010.

2) Ley No. 491-06 de Aviación Civil de la República Dominicana, de fecha 22 de diciembre de 2006, publicada en la Gaceta Oficial No. 10399, de fecha 28 de diciembre de 2006.

- 3) Ley No. 188-11 sobre Seguridad Aeroportuaria y de la Aviación Civil, de fecha 16 de julio de 2011, publicada en la Gaceta Oficial No. 10628 de fecha 22 de julio de 2011.
- 9) Decreto No. 204-03, de fecha 06 de marzo de 2003. Establece que la emisión de los carnets de identificación y de acceso a los aeropuertos, queda bajo la responsabilidad exclusiva de la empresa operadora del aeropuerto de que se trate. Gaceta Oficial No. 10203, del 31 de marzo de 2003.
- 10) Reglamento Aeronáutico Dominicano (RAD) en sus distintas numeraciones.
- 11) ATS 8000, Manual de Procedimientos Específicos de la Sección de los Servicios de Tránsito Aéreo.

CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO

Con el propósito de presentar una propuesta de optimización de las operaciones del aeropuerto estudiado, en este capítulo se determinan cuáles desviaciones inciden directamente en la ocurrencia de incidentes en el aeropuerto. Así mismo, se ha determinado cuáles puntos críticos son más propensos a incidentes y las razones que los producen a través del uso de encuestas realizadas al personal que brinda el control y servicios del tránsito aéreo.

En ese mismo sentido se han planteado las razones que llevan al personal a cometer desviaciones de los procedimientos establecidos y por ende producirse incidentes en el aeródromo con el fin de reducir a su máxima expresión la ocurrencia de dichos accidentes y lograr que las operaciones sean realizadas con la mayor eficiencia posible.

3.1 Descripción general de la Empresa

El aeropuerto estudiado, es la puerta de entrada de más del 60 por ciento de los turistas internacionales a República Dominicana, el primero en número de vuelos internacionales y destinos servidos, y el segundo con mayor tráfico aéreo en todo el Caribe. También es el primer aeropuerto privado internacional a nivel mundial.

Es el principal aeropuerto para viajar a la República Dominicana, con vuelos directos convenientes que llegan todos los días de todo el mundo. El aeropuerto ofrece vuelos directos a más de 28 países y a más de 96 ciudades de todo el mundo.

De igual forma, con más de 5,9 millones de pasajeros internacionales que llegan cada año y con un estimado de más de 34,000 operaciones aéreas, el aeropuerto añade una comodidad

sin igual para sus clientes de aviones privados y ejecutivos que utilizan la terminal General (Terminal A y Rampa Norte), Terminal B, VIP y de Aviación General (FBO) del aeropuerto.

El Aeropuerto estudiado fue señalado como el de mayor crecimiento porcentual en términos de tráfico de pasajeros en América Latina, alcanzando los 5,2 millones de pasajeros en el último año, equivalente a un aumento de un 7.50%, según el Banco Central de la República Dominicana.

También es reconocido como uno de los diez principales aeropuertos internacionales de Latinoamérica y el Caribe. La selección se hizo entre las 50 terminales aéreas principales, por parte de la acreditada revista Latin Business Chronicle, basada en la información estadística suministrada por el Consejo Internacional de Aeropuertos, que tiene su sede en Suiza.

“Durante el período enero-mayo del 2015, la llegada de extranjeros no residentes al país por los distintos aeropuertos, muestra que el aeropuerto estudiado mantiene la mayor participación (66.7%) en el total de llegadas de turistas extranjeros, al alcanzar la cifra de 1, 408, 614 visitantes, que respecto a igual lapso de 2014 representó un incremento de 6.2%”, según el Banco Central de la República Dominicana.

“El índice global de ciudades para vacacionar, Global Destination Cities Index, publicado por Mastercard, sitúa al aeropuerto estudiado y su entorno en el cuarto lugar entre las diez ciudades que reciben más visitantes internacionales en toda América Latina y el Caribe”, dice el informe del Flujo Turístico del Banco Central.

Del lado operativo el aeropuerto posee un total de 25 posiciones (Parqueo de Aeronaves) repartidas en las cuatro terminales:

Terminal A ----- 16 pos.

Terminal B ----- 07 pos

Terminal VIP ----- 01 pos.

Terminal GA (General Aviation) ----- 01pos.

Cuenta también con 10 Calles de rodaje, lugar en el cual las aeronaves realizan las maniobras terrestres y dos pistas de aterrizaje, descritas a continuación.

Calles de rodaje (solo se ha registrado el ancho):

TWY A ----- 23 M

TWY B ----- 25.0 M

TWY C -----10 M

TWY D ----- 25 M

TWY E ----- 23 M

TWY E1 ----- 23 M

TWY E2 ----- 23 M

TWY F ----- 23 M

TWY G ----- 23 M

TWY H ----- 10.5 M

Pista de aterrizaje y despegue.

Pista RWY 08 – 26 ----- 3100 M de longitud * 45 M de ancho

Pista RWY 09- 27 ----- 3100 M de longitud * 45 M de ancho

3.1.1 Organigrama de la Torre

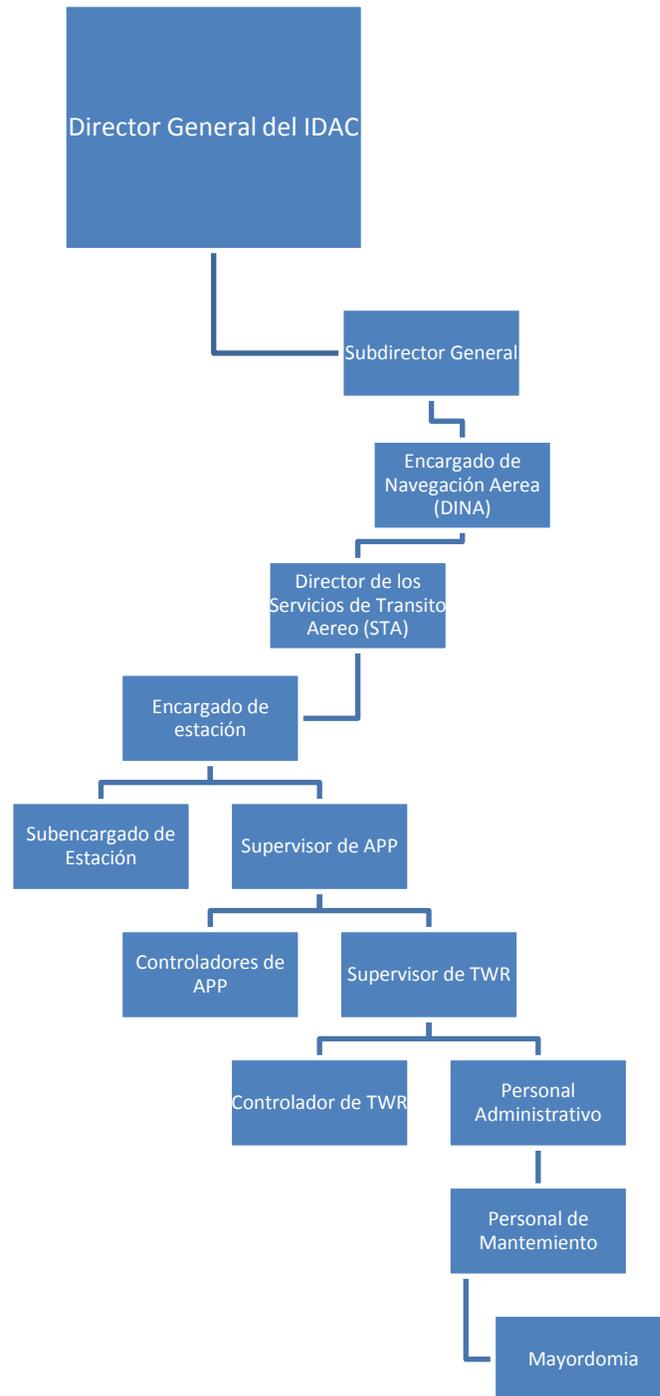


Ilustración 5. Organigrama de los Servicios de Tránsito Aéreo del Aeropuerto.

3.2 Procesos del Control de Tránsito Aéreo

Para la investigación de este trabajo, se desarrollarán los procesos que involucran los Servicios de Tránsito Aéreo de la Torre del aeródromo estudiado, Centro de control establecido en el aeródromo y Centro de Control del país con el fin de analizar las operaciones del aeropuerto y proponer mejoras. Cada proceso está conformado de diferentes actividades interrelacionadas explicadas dejando a un lado el tecnicismo propio del sector aeronáutico.

3.3 Descripciones de las posiciones

1. **Puesto de Entrega de Autorizaciones:** normalmente responsable de la entrega de autorizaciones de puesta en marcha y ATC, para los vuelos IFR que salen.
2. **Controlador de tierra:** normalmente responsable del tránsito en el área de maniobras, a excepción de las pistas.
3. **Controlador de aeródromo:** normalmente responsable de las operaciones en la pista y de las aeronaves que vuelan dentro del área de responsabilidad de la torre de control de aeródromo.

3.4 Descripción de los procesos

3.4.1 Proceso para la Salida:

El proceso establecido para la salida (despegue) de una aeronave en el aeropuerto en que está basado este trabajo está compuesto por tres subprocesos, cada uno llevado a cabo en una posición de control (3.2.1) que individualmente agotan un conjunto de etapas. A continuación, se detalla cada subproceso:

1) **Entrega de la autorización ATC:** en este proceso el Puesto de Entrega de Autorizaciones entrega al piloto de la aeronave las rutas y niveles por los cuales navegará la aeronave al momento del despegue. Así mismo, se le proporciona el código transpondedor (Squawk Code), el cual es un código numérico de 4 cifras que servirá para identificar la aeronave una vez esté en contacto radar, las restricciones de salida y la frecuencia de radio (Mhz) de la dependencia que le estará brindando control al momento de estar en el aire.

Este proceso es iniciado por el piloto de una aeronave que prevé retroceder o iniciar su rodaje. En el aeropuerto en que se basa este trabajo, típicamente 10 minutos antes del retroceso y encendido de motores del aerodino.

En este primer contacto el piloto se identifica a través del distintivo de llamada que fue establecido en su plan de vuelo (FPL) depositado y que es verificado en el sistema con el que interactúa el controlador en el Puesto de Entrega de Autorizaciones (Clearance Delivery).

Una vez que el FPL es ubicado en el sistema el controlador procede a entregar verbalmente la información contenida en el mismo, los datos mencionados al inicio de este punto (3.2.2), así como cualquier variación por parte de los Servicios de Tránsito Aéreo. El piloto colaciona verbalmente toda la información que le fue proporcionada, el controlador corrige cualquier discrepancia y en caso de todo estar correcto le proporciona la información meteorológica disponible y demás datos del campo.

En ocasiones una aeronave que contacta puede verse afectada debido a errores a la hora de depositar el plan de vuelo en la Oficina de Notificación de los Servicios de Tránsito Aéreo. Muchas veces por esta razón el CTA no es capaz de desarrollar el proceso y debe proceder a indagar las razones que han hecho que el plan de vuelo no esté en el sistema. Entre las

razones más comunes están: el plan de vuelo no fue depositado por la compañía o el piloto en la Oficina de Notificación, errores en el plan de vuelo depositado, el plan de vuelo no fue depositado con la antelación debida para que este figurara a tiempo en el sistema.

Por lo general estos inconvenientes son resueltos solicitando al piloto o la compañía que deposite el plan de vuelo nuevamente, en caso de errores en la ruta son resueltos por el CTA para reducir la demora, se toma un plan de vuelo de referencia y es introducido directamente al sistema por el CTA luego de una confirmación verbal con la Oficina de Notificación.

Al final de este proceso el controlador transfiere a la aeronave una nueva frecuencia (típicamente 121.9Mhz) a contactar al momento de estar lista para el “retroceso y encendido de motores”.

2) **Control de Superficie (GND Control /Ground Control):** el control de superficie es asumido por el Controlador de Tierra. Para las aeronaves salientes este proceso comienza con una llamada inicial del piloto identificando la aeronave y la posición en tierra (plataforma general, FBO, Terminal B, Rampa norte o terminal VIP). Por ejemplo:

Piloto: “Torre UNAPEC, CAFAM 351 en la posición B24 solicita retroceso y encendido de motores”.

Ante esta llamada inicial el controlador debe decidir en base a los demás tránsitos si aprueba o restringe el retroceso y puesta en marcha de la aeronave. Una vez la aeronave ha retrocedido y encendido los motores el capitán solicitará instrucciones para el rodaje, estas serán proporcionadas especificando la calle de rodaje (twy) que debe tomar la aeronave. Esta parte del proceso finaliza notificando a la aeronave que contacte la frecuencia de torre (118.8 Mhz).

En ocasiones los vuelos pueden solicitar el encendido de motores en la posición antes de iniciar el retroceso, esto se debe a muchas razones, entre ellas: limitaciones del avión, alguna falla del APU (*Auxiliar Power Unit*, por sus siglas en inglés) o por cualquier otra razón que el ingeniero de vuelo, mecánico o piloto lo estime necesario. Para ello se lleva a cabo una coordinación con el personal que administra los equipos en la plataforma para evitar que el chorro de los reactores (chorro de las turbinas) cause pérdidas materiales o humanas.

Las circunstancias del tránsito de aviones en la superficie pueden ameritar que el controlador se vea obligado a solicitar que una aeronave retroceda en una dirección específica, así como una distancia apropiada para permitir un mayor flujo de aeronaves con la menor demora posible. Para ello el CTA instruye al piloto y a la brevedad posible se comunica con el personal de plataforma para asegurar que la comunicación fluya correctamente entre los involucrados, de esta forma el Controlador de Superficie evita discrepancias entre el personal encargado del retroceso y lo que el piloto le solicita.

- 3) **Control de aeródromo:** este proceso de salida inicia con la llamada inicial del piloto al controlador de aeródromo indicando su posición. El controlador responderá identificándose y procederá a autorizar o restringir el despegue de la aeronave tomando en consideración la situación del tránsito en la pista en uso y que esta se encuentre libre de cualquier obstáculo.

Es recurrente que en este aeropuerto se observe vida silvestre en las cercanías de la pista. En estos casos es necesario, en circunstancia de abundantes bandadas de aves, notificar al personal de Rampa 1 que proceda a utilizar una pistola de aire comprimido para ahuyentarlas. Además, se avistan caninos y hasta personas no identificadas, en cuyo caso se solicita al personal ya mencionado que proceda a ahuyentarlos.

En ambos casos las operaciones son demoradas o afectadas por este tipo de circunstancias, ocasionando demoras y cuando no se detectan a tiempo su presencia ha causado accidentes de aviación.

Otro problema que amerita estudio son los casos en que una aeronave cruza una pista o ingresa a ella sin autorización. En múltiples ocasiones se ha interrumpido el aterrizaje de una aeronave debido a la presencia de otra sobre la pista con intenciones de despegar o cruzarla, representando esta clase de incidentes un peligro potencial.

Este subproceso, así como el Proceso de Salida finaliza con la aeronave en vuelo transfiriendo su control al Centro de Control del aeródromo (119.75 Mhz).

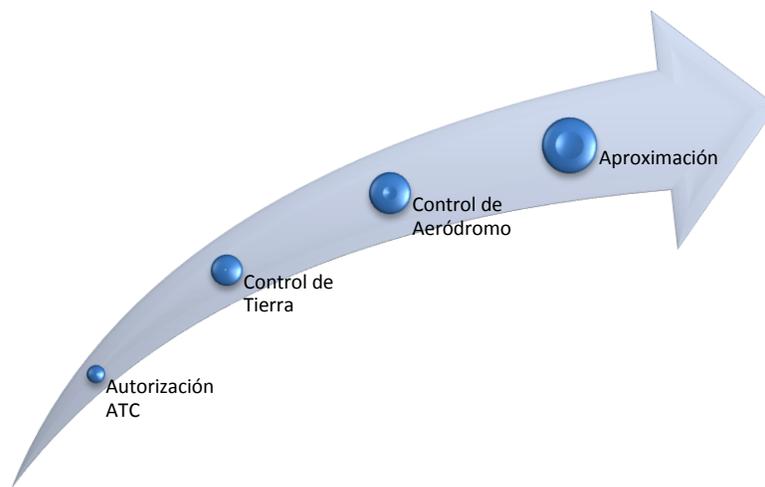


Ilustración 6. Proceso Básico de Salida

3.4.2 Proceso para la llegada:

El proceso establecido para la llegada (aterrizaje) de una aeronave en el aeropuerto en que está basado este trabajo está compuesto por dos subprocesos, cada uno llevado a cabo en una

posición de control (Controlador de Aeródromo y Controlador de Tierra) que individualmente agotan un conjunto de etapas. A continuación, se detalla cada subproceso:

1) **Control de aeródromo:** El proceso de llegada inicia con el contacto inicial de la aeronave y la respuesta del controlador en la que se le instruirá a continuar la aproximación y posterior se autorizará a aterrizar considerando las condiciones del tránsito en el aeródromo, sus inmediaciones y los tránsitos sobre la pista, así como la existencia de algún obstáculo u condición especial.

Si una aeronave que se encuentra en el aire sigue a otra para aterrizar luego que la primera haya dejado la pista libre, no está suficientemente separada, la misma tendrá que abortar su aterrizaje y ganar altitud para reintentar el aterrizaje nuevamente. Esto causa una demora en la aeronave que debe realizar el procedimiento nuevamente y en si un gasto extra para el operador de la aeronave.

Es recurrente que en este aeropuerto se observe vida silvestre en las cercanías de la pista. En estos casos es necesario, en circunstancia de abundantes bandadas de aves, notificar al personal de Rampa 1 que proceda a utilizar una pistola de aire comprimido para ahuyentarlas. Además, se avistan caninos y hasta personas no identificadas, en cuyo caso se solicita al personal ya mencionado que proceda a ahuyentarlos.

En ambos casos las operaciones son demoradas o afectadas por este tipo de circunstancias, ocasionando demoras y cuando no se detectan a tiempo su presencia ha causado accidentes de aviación.

Otro problema que amerita estudio son los casos en que una aeronave cruza una pista o ingresa a ella sin autorización. En múltiples ocasiones se ha interrumpido el aterrizaje de una

aeronave debido a la presencia de otra sobre la pista con intenciones de despegar o cruzarla, representando esta clase de incidentes un peligro potencial.

Una vez la aeronave está en tierra, esta abandona por la calle de rodaje más cercana posible u por la que sea instruida por el controlador y posterior es transferida al Control de Superficie (121.9 Mhz).

- 2) **Control de Superficie (GND Control /Ground Control):** Para las llegadas el proceso inicia nuevamente con la llamada inicial del piloto identificando la aeronave y su posición en tierra (cualquier calle de rodaje con acceso a una pista). El controlador responderá identificándose y procederá a impartir instrucciones de rodaje que eviten cualquier conflicto con las demás aeronaves que se encuentran bajo su control o conocimiento.

Las instrucciones deben ser claras y precisas (las mismas serán una especie de dirección en tierra) y deben indicar cuales calles de rodaje tomar hasta llegar a la posición de aparcamiento asignada. Por ejemplo:

- Piloto: “Superficie UNAPEC, CAFAM 351 abandonando Pista 08 vía TWY A”
- Controlador: “CAFAM 351, Superficie UNAPEC: Ruede a posición B24 vía Calle de Rodaje A, pista 09, TWY G, TWY E1”

Es común que debido al gran número de aeronaves llegando al aeródromo en un corto periodo de tiempo la capacidad de parqueo en plataforma se vea limitado. Ante este inconveniente muchas de las aeronaves a su aterrizaje deben absorber demoras oscilan entre 5 y 30 minutos.

Ante esta deficiencia el Control de Superficie debe instruir el rodaje a un lugar en el área de maniobras en el cual entorpezca en la menor medida posible el desenvolvimiento de las demás operaciones.

Este proceso finaliza con la llegada del tránsito a la posición y el retiro de la faja de progreso de vuelo del panel del Controlador de Tierra.

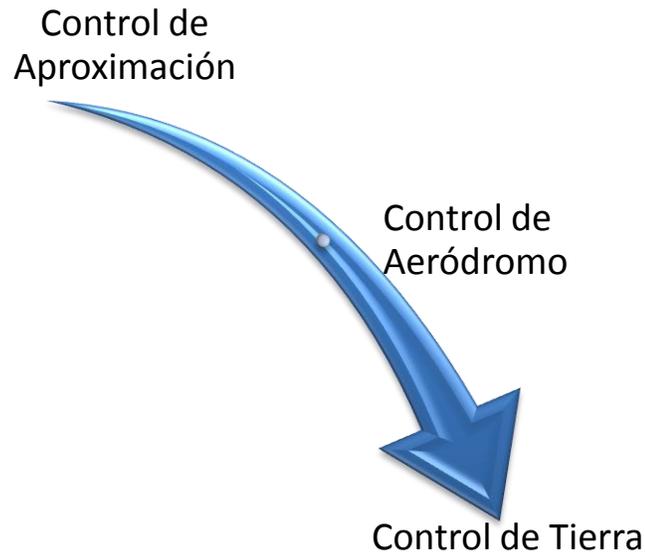


Ilustración 7. Proceso Básico de Llegada.

3.5 Análisis de las operaciones

Las principales operaciones del aeropuerto son llegadas y salidas. Según la información extraída del diario de la torre de control del aeropuerto, se determinó que en el mes de septiembre la mayor cantidad de llegadas ocurrieron en el turno A con un promedio de 26 llegadas, seguido del turno B con un promedio de 24 llegadas y por último el turno C con un promedio de 4 llegadas.

Operación: Llegadas				
Fecha	TURNO			Promedio x Día
	A	B	C	
15/08/2016	33	34	5	24
23/09/2016	24	25	6	18
24/09/2016	34	26	5	22
25/09/2016	18	23	2	14
26/09/2016	28	26	5	20
27/09/2016	20	19	2	14
28/09/2016	26	25	4	18
29/09/2016	25	16	1	14
30/09/2016	23	19	6	16
Promedio x Turno	26	24	4	

Tabla 1. Promedios de llegadas.

Fuente: **FORMULARIO STA, DIARIO TORRE DE CONTROL, MES DE SEPTIEMBRE (ver anexos).**



Ilustración 8. Llegadas por Turno

Operación: Salidas				
Fecha	TURNO			Promedio x Día
	A	B	C	
15/08/2016	27	39	10	25
23/09/2016	16	26	6	16
24/09/2016	20	32	10	21
25/09/2016	14	30	6	17
26/09/2016	23	29	9	20
27/09/2016	8	29	5	14
28/09/2016	18	25	8	17
29/09/2016	18	25	4	16
30/09/2016	18	21	8	16
Promedio x Turno	18	28	7	

Tabla 2. Promedios de salidas.

Fuente: **FORMULARIO STA, DIARIO TORRE DE CONTROL, MES DE SEPTIEMBRE (ver anexos).**

En el caso de las operaciones de salidas se puede apreciar que durante el mes de septiembre la mayor cantidad de las mismas se dan en el turno B, con un promedio de 28 salidas por día, seguido del turno A con un promedio de 18 salidas y por último el turno C con un promedio de 7 salidas diarias.

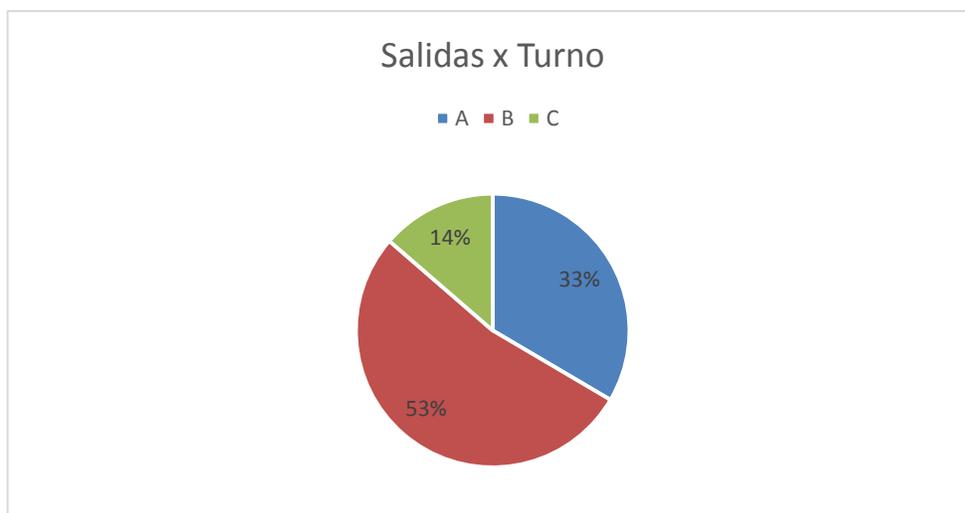


Ilustración 9. Salidas por Turno.

3.6 Identificación de Puntos críticos (Hot-Spots).

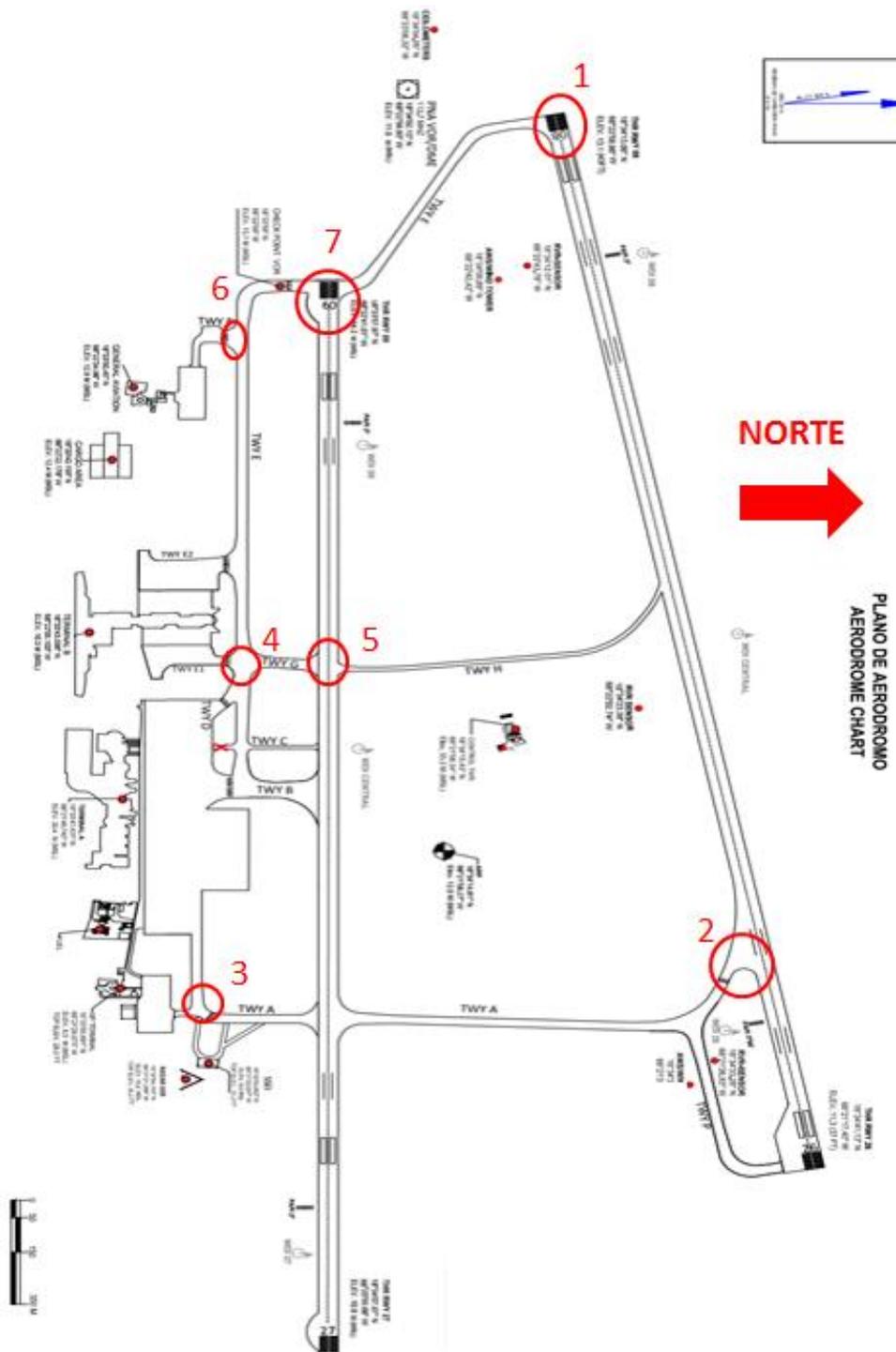


Ilustración 10. Plano de aeródromo con puntos conflictivos identificados por los Controladores de Aeródromo.

3.7 Dimensiones de las pistas y calles de rodaje.

AIRPORT DATA
ARP: 18°34'14.81" N 68°21'58.27" W
RWY 08-26: 3100 x 45 M (10170 x 147 FT)
RWY 09-27: 3100 x 45 M (10170 x 147 FT)
TWY A: 23 M (75 FT)
B: 25 M (82 FT)
C: 10 M (33 FT)
D: 25 M (82 FT)
E: 23 M (75 FT)
E1: 23 M (75 FT)
E2: 23M (75 FT)
F: 23 M (75 FT)
G: 25 M (75 FT)
H: 10.5 M (34 FT)
P: 25 M (82 FT)

Tabla 3. Dimensiones de la pista y Ancho de calles de rodaje

Fuente: AIP RD (aip.idac.gov.do)

Punto 1: Intercepción Pista 08 con Calle de rodaje E.

La pista 08 es la orientación más usada en el aeródromo estudiado (NOAA, 2016). Las aeronaves despegan rumbo al E (→) y aproximan para aterrizar desde el Oeste (←) hacia el Este (→). Mientras las aeronaves aterrizan otras se encuentran esperando su salida en el punto de espera designado para esta calle de rodaje a una distancia mínima de 60 metros. Ante una reducción de esta distancia se considera que la pista está ocupada y por cuestiones de seguridad no se puede continuar utilizando hasta que se desocupe.

Para justificar la afirmación del Punto 1 como un punto crítico se documentan varios casos de vuelos involucrados en incidentes y accidentes en el inicio de una pista en uso que hace intercepción con una calle de rodaje.

John F. Kennedy, Nueva York, 20 de junio de 2011: El Casi Accidente Entre Los Vuelos 411 De Lufthansa Y El 986 De Egyptair.

El Prat, Barcelona, 5 De Julio de 2014: el caso de la incursión en pistas del aeropuerto el Prat, Airbus A340-313E de Aerolíneas Argentinas y un Boeing 767-306ER de UTair en aproximación final autorizado para aterrizar.

Punto 2: Intercepción cabecera pista 26 con calle de rodaje A.

Cuando la pista en uso es la 26 con situaciones de mal tiempo se pueden recibir solicitudes de los pilotos para aterrizar o despegar usando la orientación contraria a la pista en uso (en este caso 08). Como se menciona en el Punto 1, comúnmente la pista en uso es 08 y muchos de los pilotos son asiduos a aterrizar en este aeródromo, lo que crea una costumbre. Si un

piloto que solicite pista 08 para aterrizar es arrastrado por su pericia a abandonar por la calle de rodaje A, como es común, este se topa con al menos una aeronave de frente esperando su salida a través de la pista 26. Esto se considera un incidente grave.

Punto 3: Intercepción Calle de rodaje A con Rampa VIP.

Dado que la pista 08 está en uso salvo alguna condición climatológica que altere la dirección e intensidad de los vientos o represente un peligro para las operaciones en la pista mencionada, las aeronaves medianas y pesadas (la mayoría de las aeronaves comerciales) abandonan luego de su aterrizaje usando la calle de rodaje A. Esta calle de rodaje se conecta directamente con la terminal general de pasajeros, pero antes debe cruzar justo frente a la entrada/salida de la rampa VIP. Esto supone un riesgo para todas aeronaves que salen de dicha rampa debido a que se pueden encontrar con una aeronave morro a morro, lo que representa un incidente grave.

Punto 4: Intercepción de calles de rodaje G, E Y E1.

En este punto se presenta una situación especial, puesto que se trata de la confluencia de todo el tránsito que sale de la plataforma general, de la Terminal B y las que llegan a través de la calle de rodaje G. Por el hecho de ser una intercepción de más de 2 calles de rodajes es un Punto al que se debe prestar más atención de lo habitual.

Los tránsitos que se dirigen hacia la rampa FBO usan la calle de rodaje G para acceder al TWY E (calle de rodaje más usada del aeródromo) y a menudo se topan con las aeronaves que salen por el TWY E1 y el TWY D. En el mejor de los casos un encuentro entre aeronaves en esta intercepción pudiese causar una obstrucción de la Rampa General, de la

Terminal B y por consecuente todos los tránsitos que pretendan salir o ingresar a estas se verían demorados, así como los que intenten acceder a la Terminal FBO.

Una falta de información entre los tránsitos que ruedan por este punto puede ocasionar en el menos nocivo de los casos pérdidas monetarias para todos los operadores y en el peor un accidente de aviación en tierra.

Punto 5: Intercepción de calles de rodaje G y H con la Pista 09-27.

Una aeronave cruzando desde H hacia G puede interferir en el aterrizaje o despegue de otra. También existe la posibilidad de encontrar una aeronave rodando por G rumbo Norte (↑) mientras otra rueda por E rumbo Sur (↓).

Una falta de información entre los tránsitos que ruedan por este punto puede ocasionar en el menos nocivo de los casos pérdidas monetarias para todos los operadores y en el peor un accidente de aviación en tierra.

Punto 6: Intercepción TWY F, salida de Terminal FBO, con TWY E.

Los tránsitos saliendo de la Terminal FBO están expuestos a todo el transito del TWY E. Puesto que las aeronaves de esta terminal son pequeñas, deben ceder el paso a las aeronaves de mayor envergadura que ruedan sobre el TWY E para despegar por la Pista 09 o cruzarla, o salir por la Pista 08. Una falta de información a tiempo puede dar cabida a una colisión entre los tránsitos de la Terminal FBO y los que ruedan por TWY E.

Punto 7: Intercepción de la Cabecera 09 con calle de rodaje E.

La pista 09 es la segunda pista más usada en el aeródromo estudiado. Las aeronaves despegan rumbo al E (→) y aproximan para aterrizar desde el Oeste (←) hacia el Este (→).

Mientras las aeronaves aterrizan otras se encuentran esperando su salida en el punto de espera designado para la calle de rodaje E a una distancia mínima de 60 metros. Ante una reducción de esta distancia se considera que la pista está ocupada y por cuestiones de seguridad no se puede continuar utilizando hasta que se desocupe. La particularidad de este punto crítico es que la mayoría de las aeronaves para la salida cruzan por el mismo para acceder a la cabecera de la Pista 08. Una aeronave en aproximación puede encontrar al momento de su aterrizaje una aeronave cruzando.

Para justificar la afirmación del Punto 5 como un punto crítico se documentan varios casos de vuelos involucrados en incidentes y accidentes en el inicio de una pista en uso que hace intercepción con una calle de rodaje. Así como de una pista que está siendo cruzada.

- **John F. Kennedy, Nueva York, 20 de junio de 2011:** El Casi Accidente Entre Los Vuelos 411 De Lufthansa Y El 986 De Egyptair.
- **El Prat, Barcelona, 5 De Julio de 2014:** el caso de la incursión en pistas del aeropuerto el Prat, Airbus A340-313E de Aerolíneas Argentinas y un Boeing 767-306ER de UTair en aproximación final autorizado para aterrizar.
- **Midway Chicago IL, EE. UU, 2011:** Un Boeing 737-700 carreteando después del aterrizaje estaba a punto de cruzar la pista paralela también activa cuando avista tardíamente un Learjet despegando, efectúa una parada de emergencia y el avión pasa sobre él. La investigación encontró que el mismo controlador había emitido las autorizaciones en conflicto y que había sido el tercer conflicto similar dentro de los seis meses como resultado de un error operativo por este controlador

- **Johannesburg South África, 2010:** Un Boeing 737-400 rodando para cruzar una pista activa a plena luz del día no se percató de un Boeing 737-800 despegando, el cual al ver la aeronave cruzando efectuó un ascenso rápido. Ambas aeronaves estaban procediendo de acuerdo a lo instruido por el Controlador de Tránsito Aéreo.
- **Cleveland OH, 2009:** Un Embraer 145 fue autorizado a cruzar una pista activa con visibilidad normal a plena luz del día. Posterior a autorizar el cruce, el mismo controlador autorizó un despegue sin notar el conflicto. El Embraer 145 se percató del conflicto y aceleró para dejar la pista libre. El controlador involucrado estaba aún en instrucción para esa posición.

3.7.1 Desviaciones Operacionales anteriores a septiembre 2016

De acuerdo a uno de los informes oficiales proporcionado por la Dirección de Navegación Aérea Dominicana, durante los años 2012, 2013 y 2014, la FIR Santo Domingo experimentó un incremento de incidentes, llegando casi a duplicarse los sucesos de 75 en el año 2012 a un promedio de 146 en los años 2013 y 2014. Esto ha creado una alerta y la necesidad de estudiar las razones que han llevado a que se duplique la cantidad de incidentes.

El análisis de los datos desde el 2012 hasta el 2015 nos permitió identificar que el primer trimestre es el período en que mayor número de eventos son cometidos en la FIR Santo Domingo.

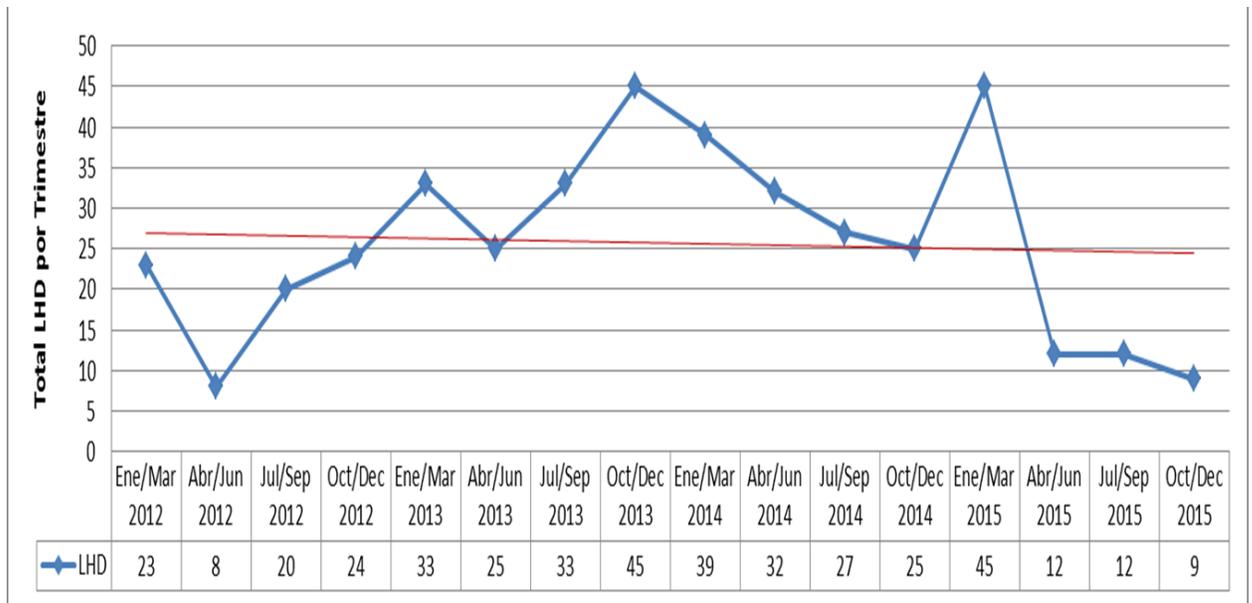


Tabla 4. Incidentes por trimestre.

En la siguiente grafica se puede visualizar en cuales meses del año se presenta un valor más elevado de riesgo. Muestra que en septiembre se presentan los menores niveles de riesgo en las operaciones, mientras que en los meses de octubre noviembre y principios de diciembre se presentan los niveles más elevados.

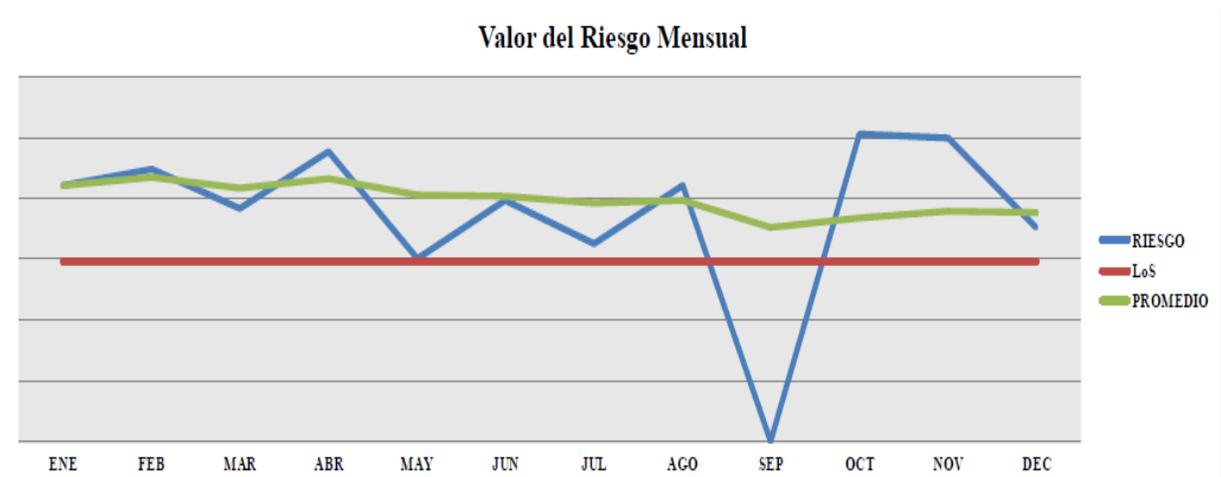


Ilustración 11. Valor del Riesgo Mensual.

3.7.2 Estudio de Tiempo.

1. Proceso de Salida

Compañía	Vuelo	Subproceso	RWY	TWY	t1	t2	Tiempo (seg.)	Descripción
WJA	2856	Abandonando pista	8	A	14:07:26	14:06:43	00:00:43	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	426	Abandonando pista	8	A	14:18:53	14:19:44	00:00:51	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	422	Abandonando pista	8	A	14:08:22	14:09:07	00:00:45	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
ROU	1780	Abandonando pista	8	A	14:15:13	14:16:00	00:00:47	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	446	Abandonando pista	8	A	14:18:53	14:19:44	00:00:51	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
ROU	1772	Abandonando pista	8	A	14:21:48	14:22:32	00:00:44	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
							00:00:47	

Tabla 5. Estudio de tiempo (Salidas, abandonando pista)

Conclusión: Los resultados del estudio de tiempo arrojan que los tránsitos promedian 47 segundos entre el toque de pista y abandonar vía A

Salidas								
Compañía	Vuelo	Subproceso	RWY	TWYs	t1	t2	Tiempo (seg.)	Descripción
JBU	174	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	18:32:00	18:39:00	00:07:00	RODAJEY DESPEGUE
UAL	1518	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	17:59:00	18:12:00	00:13:00	RODAJEY DESPEGUE
-	N972AB	Rodaje + despegue	8	F-E-Xrwy09	18:08:00	18:13:00	00:05:00	RODAJEY DESPEGUE
DAL	912	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	18:08:00	18:14:00	00:06:00	RODAJEY DESPEGUE
TSC	867	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	18:41:00	18:52:00	00:11:00	RODAJEY DESPEGUE
AAL	1966	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	18:38:00	18:46:00	00:08:00	RODAJEY DESPEGUE
CMP	151	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	19:15:00	19:21:00	00:06:00	RODAJEY DESPEGUE
SWA	1239	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	19:33:00	19:42:00	00:09:00	RODAJEY DESPEGUE
DAL	562	Rodaje + despegue	8	E1-E-XRWY09	19:34:00	19:44:00	00:10:00	RODAJEY DESPEGUE
AAL	1331	Rodaje + despegue	8	E1-E-XRWY09	19:46:00	19:56:00	00:10:00	RODAJEY DESPEGUE
TOM	157	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	19:42:00	19:52:00	00:10:00	RODAJEY DESPEGUE
SWA	812	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	19:54:00	20:01:00	00:07:00	RODAJEY DESPEGUE
OPT	356	Rodaje + despegue	8	F-E-Xrwy09	19:58:00	20:03:00	00:05:00	RODAJEY DESPEGUE
JAF	104	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	20:27:00	20:36:00	00:09:00	RODAJEY DESPEGUE
TPU	971	Rodaje + despegue	8	B-E-XRWY09	21:04:00	21:11:00	00:07:00	RODAJEY DESPEGUE
-	HI701	Rodaje + despegue	8	F-E-Xrwy09	21:25:00	21:30:00	00:05:00	RODAJEY DESPEGUE
AFR	741	Rodaje + despegue	8	E2-E-XRWY09	21:38:00	21:48:00	00:10:00	RODAJEY DESPEGUE
-	N787RA	Rodaje + despegue	8	A-D-E-XRWY09	21:59:00	22:08:00	00:09:00	RODAJEY DESPEGUE
CMP	351	Rodaje + despegue	8	E1-E-XRWY09	22:27:00	22:33:00	00:06:00	RODAJEY DESPEGUE
-	HI1006	Rodaje + despegue	8	F-E-Xrwy09	20:04:00	20:12:00	00:08:00	RODAJEY DESPEGUE
FUI	607	Rodaje + despegue	8	D-E-Xrwy09	21:13:00	21:24:00	00:11:00	RODAJEY DESPEGUE
							00:08:11	
		t2: hora en el aire.					Conclusión	En promedio los transitos toman 8 minutos entre el rodaje y el despegue.
		t1: hora en que inició el rodaje						

Tabla 6. Estudio de tiempo (Salidas, rodaje + despegue).

Conclusión: Los resultados del estudio de tiempo nos permiten identificar que en promedio los tránsitos toman entre el rodaje y el despegue 8 minutos.

2. Proceso de Llegada

Llegadas								
Compañía	Vuelo	Subproceso	Gate	t1	t2	Tiempo (min)	Tiempo (seg.)	Descripción
WJA	2856	Rodaje a posición	P9	14:07:26	14:03:00	00:04:26	266	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	426	Rodaje a posición	P5	14:04:00	14:09:30	00:05:30	330	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	422	Rodaje a posición	P4	14:09:07	14:13:09	00:04:02	242	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
ROU	1780	Rodaje a posición	P8	14:16:00	14:20:00	00:04:00	240	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
SWG	446	Rodaje a posición	P6	14:19:44	14:25:00	00:05:16	316	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
ROU	1772	Rodaje a posición	P7	14:22:32	14:28:05	00:05:33	333	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
UAL	1518	Rodaje a posición	P10	17:13:00	17:19:13	00:06:13	373	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
DAL	912	Rodaje a posición	P9	18:13:00	18:20:00	00:07:00	420	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
WJA	2507	Rodaje a posición	P8	18:24:00	18:30:00	00:06:00	360	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
JBU	174	Rodaje a posición	P10	18:22:00	18:33:00	00:11:00	660	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
AAL	1966	Rodaje a posición	B26	18:31:00	18:35:00	00:04:00	240	Abandonar pista 08 via A, regreso via pista 09, TWY G, TWY E1
AAL	846	Rodaje a posición	B24	18:57:00	19:03:00	00:06:00	360	Abandonar pista 08 via A, regreso via pista 09, TWY G, TWY E1
SWA	1999	Rodaje a posición	P6	19:08:00	19:13:00	00:05:00	300	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
CMP	151	Rodaje a posición	B20	19:09:00	19:18:00	00:09:00	540	Abandonar pista 08 via A, regreso via pista 09, TWY G, TWY E1
-	N1459A	Rodaje a posición	FBO	21:11:00	21:19:00	00:08:00	480	Abandonar pista 08 via A, regreso via pista 09, TWY G, TWY E, TWY F
EVE	801	Rodaje a posición	P1	22:18:00	22:25:00	00:07:00	420	Abandonando pista 08 via TWY A cruzar pista 09 para rodar a la posición.
-	N725CG	Rodaje a posición	FBO	18:39:00	18:44:00	00:05:00	300	Abandonar pista 08 via A, regreso via pista 09, TWY G, TWY E, TWY F
-	H1006	Rodaje a posición	FBO	19:36:00	19:43:00	00:07:00	420	Abandonar pista 08 via H, cruzar pista 09, TWY G, TWY E, TWY F
						4.80	287.8	
t1: hora en tierra								Conclusión: Los transitos que abandonan via A toman en promedio 5 minutos (288 seg.) para
t2: hora en gate						00:06:07	367	Los transitos toman en promedio 6 minutos para llegar a cualquier posición.

Tabla 7. Estudio de tiempo (Llegadas)

Conclusión: Los resultados del estudio de tiempo permiten apreciar que los tránsitos que se abandonan a través de la calle de rodaje A toman en promedio 5 minutos para (288 seg) llegar a las posiciones que se encuentran en la rampa general o terminal A. Por otra parte, los tránsitos promedian a lo sumo 6 minutos para llegar a cualquier posición del aeropuerto.

3.8 Análisis y propuestas para el control y optimización de operaciones.

3.8.1 Situación actual

En la actualidad el control de tránsito aéreo en el país deja abierta la posibilidad de cometer errores humanos en la separación de aeronaves en tierra. Resulta que hay lineamientos generales a seguir y recomendaciones, pero las decisiones tomadas por los controladores, en su gran mayoría, son subjetivas y no necesariamente las mejores para la situación del tránsito debido a que no cuentan con un manual operativo.

Es loable la tarea que desempeña el personal aeronáutico para mantener la seguridad. Sin embargo, al dar una instrucción no necesariamente se está basando en lo que es óptimo, sino simplemente en la tarea de separar a los tránsitos, haciendo que su labor sea segura y quizás ordenada, pero no necesariamente rápida, por ende, menos rentable para los operadores.

Cada controlador es formado por otro grupo de controladores con vasta experiencia en el campo laboral pero que debido a los numerosos aeropuertos en República Dominicana (9 aeropuertos internacionales), con características diferentes entre sí, no se ha propiciado el estudio individual de cada aeropuerto considerando sus limitantes.

Los conocimientos adquiridos por los CTAs en el aeropuerto en que fueron inducidos y habilitados en ocasiones no aplican al aeródromo estudiado, debido a conflictos con la administración del aeropuerto, entre otros factores a determinar.

Actualmente no existen métodos recomendados en el aeropuerto estudiado. No se ha determinado la distancia exacta recorrida por las aeronaves desde las distintas posiciones

hasta la pista a usar ni viceversa. Debido a ello las situaciones son resueltas basándose en las suposiciones y criterio individual de cada controlador, propiciando que se cometan errores.

Según el Informe Final de la Décimo Cuarta Reunión de Trabajo de Escrutinio de la OACI, Oficina para Norteamérica, Centroamérica y Caribe, llevado a cabo entre el 1 y 5 de diciembre de 2014 el 95.04 % de los incidentes en ese año fueron causados por un Factor Humano que involucró a al menos un CTA.

Otros puntos notados en el aeródromo estudiado son:

El uso dado al área de maniobras ha sido limitado por el administrador del aeropuerto puesto que la pista 09 solo es usada para contingencias y únicamente para el aterrizaje de aeronaves. Los despegues por la ya mencionada pista han sido prohibidos extraoficialmente, debido a que el ruido de las aeronaves molesta a los residentes en la cercanía del aeropuerto.

Las aeronaves que llegan son demoradas para llegar a su posición porque otras aeronaves están retrocediendo o porque están ocupadas, en cuyo caso deben esperar en un punto que aún no está designado y es escogido a discreción del controlador. Así mismo, la posición B21 no es visible desde la torre de control.

Actualmente las aeronaves que aterrizan por la pista 26 deben tomar toda la pista y abandonar vía E. Esto hace que se tomen más tiempo para ceder la pista a otro avión.

La calle de rodaje H está limitada para el rodaje de aeronaves ligeras por su anchura, así como la calle de rodaje C la cual se encuentra parcialmente utilizable, pero en similar situación que H.

La terminal B está siendo utilizada ineficientemente debido a que el retroceso de una aeronave implica que no puede acceder otro avión que llega, se está limitando el acceso a los tránsitos.

Durante las horas de la noche es común que la rampa permanezca apagada debido a que los controladores tienen las consolas a través de las cuales se encienden las luces de la terminal general (posiciones de P1 a P11) y rampa Norte (N1 a N5) pero olvidan encenderlas y los trabajadores de las plataformas deben recordárselo.

La valla perimetral del aeropuerto es violentada por personas que intentan acceder al terreno protegido del aeropuerto con intenciones de aprovechar los limones y demás frutas que crecen en el área verde contigua a la torre de control, entre las pistas. Esto ha ocasionado que en múltiples ocasiones se haya cancelado una autorización de despegue y los tránsitos en aproximación hayan tenido que efectuar un procedimiento de ida al aire, poniendo en riesgo la seguridad del avión durante estas fases críticas.

Las aeronaves pequeñas no se pueden observar desde la torre al ingresar en las calles de rodaje A y E entre la pista 09 y 08 así como cuando ruedan sobre la pista 09 entre G y E.

Los tránsitos llegan a las intercepciones sin información entre ellos, hacen quejas a través de la frecuencia, reportan los sucesos a sus compañías y a la autoridad ATS.

3.8.2 Factores Contribuyentes en la comisión de errores.

Puesto que las razones que pueden influir en la comisión de errores por parte de los involucrados en los procesos llevados a cabo en el aeropuerto son muy variadas, a continuación, se intenta identificar los escenarios más comunes y propensos de ocurrencia

con la intención de tener una visión más clara a la hora de abordar cada escenario. El fin propio es señalar los puntos a mejorar en el aeródromo en que está basado el presente trabajo.

Escenarios.

Se ha determinado que la mayoría de las incursiones en pista ocurren cuando:

- a) Una aeronave, vehículo o persona cruza delante de una aeronave aterrizando;
- b) Una aeronave, vehículo o persona cruza delante de una aeronave despegando;
- c) Una aeronave o vehículo cruza el punto de espera antes de ingresar a la pista sin autorización;
- d) Una aeronave, vehículo o persona que desconociendo su posición ingresa inadvertidamente a una pista activa
- e) Un problema de comunicaciones hace que una aeronave no siga las instrucciones de ATC;
- f) Una aeronave o un vehículo pasa delante de otra aeronave que no ha abandonado la pista, o;
- g) Incumplimiento de las instrucciones o autorizaciones de control.

Las estadísticas han demostrado que, en su gran mayoría, las incursiones en pista se han producido en VMC y en horas diurnas, sin embargo, la mayoría de los accidentes se han producido en condiciones meteorológicas de baja visibilidad o en horas nocturnas.

Problemas de comunicaciones.

Los problemas de comunicaciones entre controladores y pilotos o los conductores de vehículos es un factor común en la incursión en pista, debido normalmente a:

- a) Uso de fraseología no estandarizada;

- b) El piloto o el conductor de un vehículo da una colación incorrecta de una instrucción ATC.
- c) El controlador no se asegura que una colación de las instrucciones por parte del piloto o el conductor de un vehículo es correcta.
- d) El piloto o el conductor de un vehículo no entienden las instrucciones del controlador.
- e) El piloto o el conductor de un vehículo obedecen a instrucciones que son para otras aeronaves o vehículos.
- f) Las transmisiones son bloqueadas por otra estación.
- g) Las instrucciones que emiten los controladores son muy extensas o demasiado complejas.
- h) Interlocutores con distinto idioma materno.
- i) Modulación deficiente y/o alta velocidad de transmisión.

Influencia del diseño del aeródromo.

La complejidad del área de maniobras de un aeropuerto es esencial en la comisión de errores por parte del personal aeronáutico, principalmente pilotos y controladores de aeródromo. Algunos factores comunes incluyen:

- a) Poco espacio entre pistas paralelas o casi paralelas;
- b) Diseño en paralelo del aeródromo con muchas calles de rodaje y rutas de vehículos cerca de las pistas
- c) Calles de rodaje que cruzan pistas en ángulos de 90° o menos.
- d) Ausencia de vías de circulación o calles de rodaje perimetrales evitando interceptar las pistas

e) Construcciones que obstruyen la visión del controlador desde la Torre de Control.

Controladores de Tránsito Aéreo.

Basado en documentos de referencia (CAPITULO II) y numerosos estudios se han identificado los siguientes factores relacionados con el desempeño de los CTA que han influido en la comisión de errores que desencadenaron en incidentes o accidentes (Aerea, 2013):

a) Olvido momentáneo de:

1. Una aeronave en la aproximación final
2. Una aeronave en pista esperando autorización de despegue
3. Cierre de una pista
4. Vehículos en pista
5. Personas trabajando en la pista o en las cercanías de ésta
6. Emitir instrucciones a tiempo

b) Falla de anticipar la separación requerida o mal cálculo para determinar dicha separación

c) Coordinación inadecuada entre los CTA de los diferentes puestos en la Torre de Control

d) Error de identificación de una aeronave o de su posición.

e) Falla de un CTA de colacionar correctamente las instrucciones de otro CTA

f) Falla del CTA de asegurarse que la colación del piloto o conductor de un vehículo es correcta

g) Errores en las comunicaciones

h) Instrucciones excesivamente largas o complejas

i) Uso de fraseología no estandarizada

j) Acción tardía debido a procesos de entrenamiento

Otros factores pueden ser:

- a) Distracción
- b) Carga de trabajo
- c) Nivel de experiencia
- d) Entrenamiento inadecuado o incompleto
- e) Obstrucciones en la línea de vista desde la Torre de Control
- f) Interface máquina – hombre
- g) Transferencias incorrectas entre controladores
- h) Exceso de personas en la Torre de Control

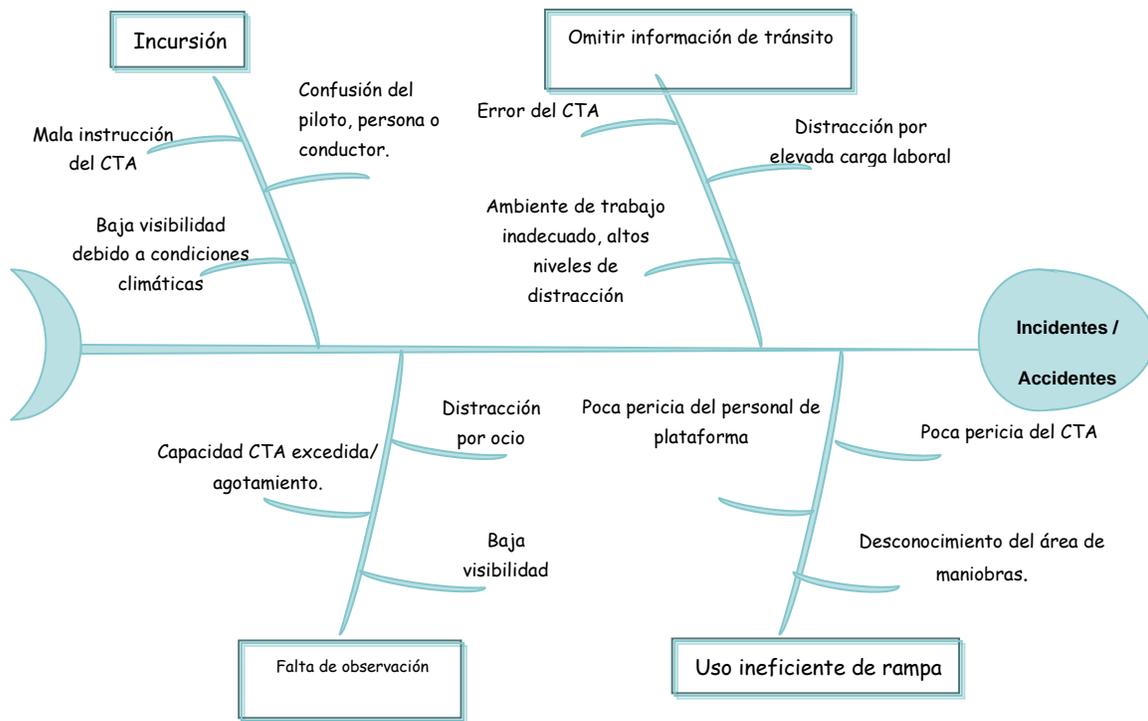


Ilustración 12.Diagrama Ishikawa para las principales desviaciones operacionales observadas en el aeródromo de estudio. Posibles causas.

Fuente: Elaboración propia

3.9 Propuestas y plan de acción.

Dado que algunos de los problemas identificados en 3.8 y 3.8.2 citan como un factor contribuyente en su producción alguna limitante particular de diseño del aeropuerto es necesario que se suministren datos detallados de las áreas usadas por las aeronaves. Lo anterior resulta necesario para los fines de determinar la distancia exacta recorrida por las aeronaves desde las distintas posiciones hasta la pista a usar y viceversa.

Por otro lado, luego de determinar a través de estudios de tiempo en cuales momentos del día se prevé un mayor flujo de aeronaves, el uso de la pista 09 en esas horas pico agilizaría el aterrizaje y despegue de los tránsitos haciendo que estos procesos sean simultáneos. Así mismo, a sabiendas de que por su anchura la calle de rodaje H está limitada para el rodaje de

aeronaves ligeras la ampliación de la calle de esa vía de rodaje en conjunto con el TWY G permitiría un acceso directo a la terminal B, esto también es relevante a la hora de usar la pista 26 puesto que daría la opción de tomar solo una porción del área de aterrizaje, dejándola libre en menor tiempo.

En relación con las demoras que experimentan las aeronaves a su llegada y salida, específicamente con aquellos vuelos desde y hacia la Terminal B, al retroceder una aeronave desde las posiciones B26, B24, B25, B23 se puede permitir la entrada de otro tránsito si se instruye lo que es conocido por los controladores como “retroceso largo”. Esto consiste en remolcar la aeronave una mayor distancia para dar espacio a otro tránsito. Se ha comprobado que dicha maniobra es posible puesto que anteriormente se ha hecho bajo coordinación, pero no está normalizada. De hacerlo permitiría que ingresaran hasta dos tránsitos sucesivamente reduciendo significativamente las demoras para la llegada y la salida de esos tránsitos, aumentando el flujo en dicha terminal.

Los momentos más peligrosos del vuelo son el despegue y aterrizaje, así lo demuestran las entrevistas hechas a los controladores. En vista de que se ha reportado en varias ocasiones a través de los círculos de control la presencia de personas no identificadas ajenas al aeropuerto, así como perros en las cercanías de las pistas es imperativo reforzar la seguridad en el perímetro del aeropuerto, siendo necesaria la instalación de cámaras para identificar a los malhechores y la electrificación de la valla perimetral para restringir su paso y el de los caninos, contribuyendo al incremento de la seguridad en estas áreas críticas.

Luego de observar la vegetación existente en el aeropuerto y su influencia en la visión del controlador desde la torre, una reducción del follaje al borde de la calle de rodaje A y E tanto

como al borde de la pista 09, lado sur, incrementaría la visibilidad desde la perspectiva de la torre y evitaría pérdida de la conciencia situacional a la hora de dar información sobre la presencia de algún tránsito ligero, estas medidas propician un incremento en los niveles de seguridad.

Para evitar que los tránsitos lleguen a las intercepciones sin información entre ellos es necesario inducir al personal sobre los puntos críticos (Hot-Spots) del aeródromo, con el objetivo de crear la cultura de vigilancia en esos lugares específicos de la plataforma y área de maniobras, de esta forma se atraería su atención y priorizarían entre las tareas que deben realizar, contribuyendo al proceso de mejora continua.

Las luces que son utilizadas por el personal de la rampa general y rampa norte deberían ser controladas por ese personal pero a sabiendas de que esto implica un gasto en instalación de nuevos controles otra forma menos costosa sería colocar una alarma en base a la hora de la puesta del sol para que recordara a los controladores el encendido de las luces o en caso contrario sensores de luz que permitan el encendido automático, haciendo espacio a la opción de apagado y encendido manual para permitir el ahorro energético en ausencia de tránsito.

Por último, pero no menos importante es la creación y establecimiento de rutas de rodaje estandarizadas, considerando la posición hacia la que se dirige o de la que sale la aeronave con el objetivo de reducir el tiempo que debe tardar el controlador en detallar la ruta que deben seguir los tránsitos en un momento específico, aporta a reducir la confluencia de rutas de llegada y salida. Esta medida contribuye a la optimización de los procesos de Llegada y Salida a la vez que reduce la carga laboral de los controladores. Esta medida surge como resultado de la aplicación del ciclo PDCA.

3.9.2 Zona de espera en el área de maniobras.

Se ha registrado que debido al número elevado de llegadas al aeropuerto en temporada alta no da abasto para todos los tránsitos que hacen uso de las instalaciones, por lo que constantemente se experimentan demoras en espera de que las posiciones sean dejadas por los tránsitos que previamente han llegado. Debido a esta situación actualmente los controladores se las ingenian para hacer espacio en la ocupada aérea de maniobras del aeropuerto colocando al tránsito que espera en un lugar que no entorpezca el movimiento de los demás tránsitos. A pesar de que el personal tiene una idea clara de cuales lugares pueden utilizarse nada se ha normalizado. Como parte del proceso de estandarización que involucra un proceso de mejora continua, en el caso de este trabajo el Ciclo PDCA comprendido en la filosofía Kaizen, se ha establecido con colaboración del personal cuales serían los puntos ideales para establecer la Zona de espera.

Actualmente, luego de visualizar los planos de superficie del aeropuerto resulta sencillo determinar que los puntos ideales para colocar tránsitos en espera de posición son aquellos en los que no se obstruya la salida o entrada a las plataformas, no se ocupe la pista ni se coloque cerca de las mismas y la aeronave este lo más cerca posible de su destino final.

Luego de consultar con el personal actuante determinamos que el lugar de espera debe ser establecido sobre la calle de rodaje E entre las calles de rodaje B y D, haciendo la salvedad de que en este espacio caben hasta dos aeronaves medianas del tipo B738, ambas manteniendo fuera de B y D.

Para acelerar el proceso de desabordar los pasajeros de las aeronaves se sugiere el uso de escaleras móviles y autobuses, elementos que están disponibles en el aeropuerto. De este modo si se prevé una demora extensa para obtener una posición la aeronave reduciría el tiempo de espera y el retraso que prevea para su siguiente vuelo sería menor.

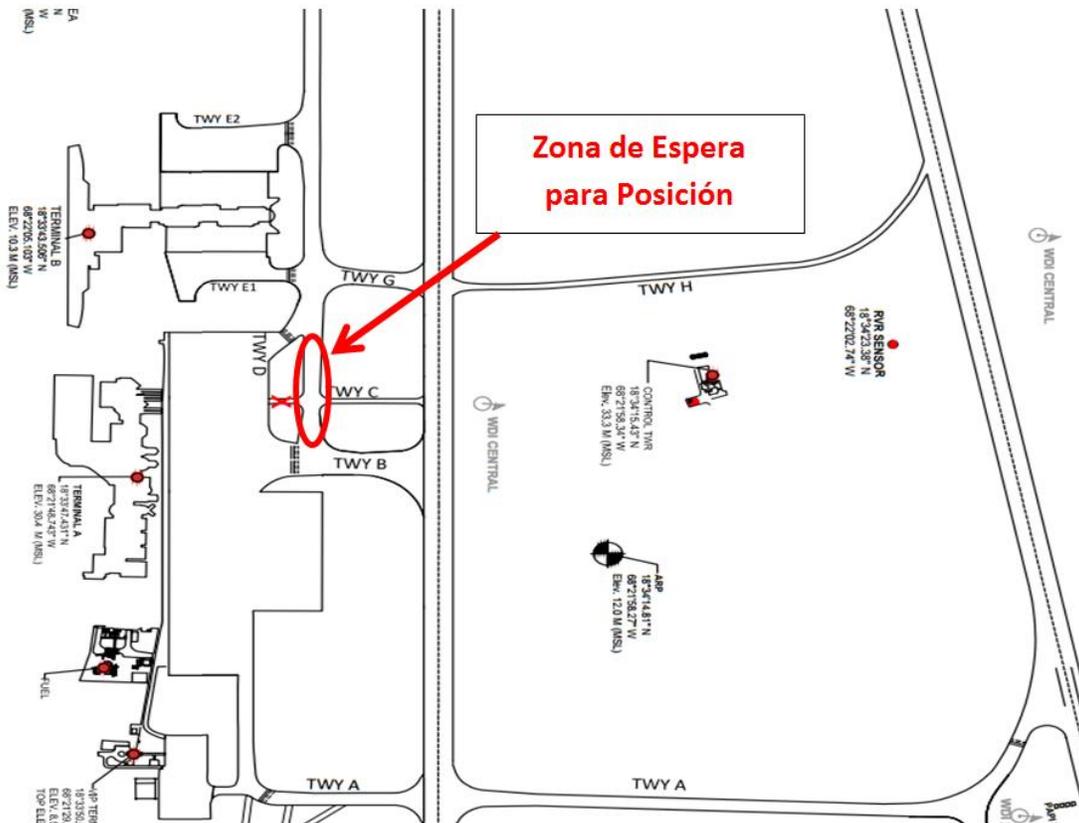


Ilustración 15. Propuesta: Zona de espera.

CONCLUSIONES

A través de la recopilación y análisis de la información contenida en los registros diarios de la torre de control se ha determinado el flujo diario de tránsito en el aeropuerto estudiado y el tiempo que tardan en llevar a cabo sus procesos de Salida y Llegada. Gracias a los datos proporcionados por las autoridades se dio a conocer el número de incidentes registrados en años anteriores, así como su incidencia en periodos específicos del año; resultando los más relevantes y frecuentes el despegue de aeronaves al aire mientras hay personal del aeropuerto en la pista y demoras en el proceso de llegada de las aeronaves su posición debido a que otras aeronaves están retrocediendo o porque están ocupadas.

Por medio de las encuestas aplicadas a los Controladores de Tránsito Aéreo se determinó que las intersecciones son los puntos críticos en que los tránsitos son más propensos a verse involucrados en eventos no deseados. Así mismo, se ha indagado acerca de las razones que contribuyen a fallas en el cumplimiento de los protocolos que han sido identificadas en base a estudios llevados a cabo por organismos como la Organización de Aviación Civil Internacional y Autoridad Federal de Aviación de EE. UU (FAA).

Mediante la utilización de herramientas como el diagrama de pescado, diagrama de recorrido, entrevistas e información estadística se identificó cuales razones inciden directamente en la ocurrencia de incidentes graves tales como incursión en pista, falta de información entre tránsitos, falta de observación del área de maniobras, entre otros. Se ha concluido que las desviaciones más comunes son: cruzar una pista sin autorización, rodar a una posición ocupada, desconocimiento del área de maniobras, durante el rodaje: intersección de aeronaves llegando con aeronaves que salen, tomar una calle de rodaje equivocada y la colación errónea de una autorización. Por otra parte, es conveniente resaltar

que los entrenamientos oficiales realizados en el aeródromo se hacen de forma verbal y no consideran las condiciones particulares de cada aeródromo, si no que se enfocan en procedimientos y protocolos más estandarizados.

Con relación a las propuestas de optimización y las mejoras planteadas para abordar la problemáticas y situación actual del aeropuerto, cabe destacar que las mismas se basaron en los resultados obtenidos mediante la aplicación de las herramientas para la optimización de procesos de la ingeniería de métodos, tales como el estudio de tiempos (utilizado esencialmente para identificar y reducir las demoras en el proceso de llegada de las aeronaves a su posición), el análisis de operaciones, uso del ciclo PDCA en sus primeras etapas. Así mismo, todas las propuestas presentadas fueron apoyadas en el marco de la metodología Kaizen, enfocándose básicamente en efectuar cambios pequeños y efectivos que contribuyen considerablemente a la solución de los problemas identificados, en este caso, la reducción de demoras y riesgos.

Las propuestas más relevantes son la estandarización de las rutas de rodaje, la designación de una posición de espera en el área de maniobras que sirva a los tránsitos para esperar por su posición si la misma está ocupada, el aseguramiento del perímetro del aeropuerto, en especial los terrenos más próximos a la pista y la normalización del retroceso largo.

La que aplicación de las propuestas mencionadas conllevaría a la solución de los problemas más recurrentes que inciden directamente en las operaciones principales del aeropuerto, se aumentaría la eficiencia de los procesos, se contribuiría de manera significativa a la reducción de incidentes y las mismas no implican una inversión de recursos excesiva para la institución.

RECOMENDACIONES

En base a expuesto en la conclusión de este trabajo, a continuación, se recomienda:

- Inducir al personal de control de aeródromo acerca de cuáles son los Puntos Críticos (Hot-Spots) en el área de maniobra y dar a conocer las medidas expuestas en este trabajo para mitigar ocurrencias en esos puntos. Esta medida contribuye a la reducción de incidentes por cruce inadvertidos de pistas y desviaciones en las rutas instruidas para el rodaje.
- Estandarizar las rutas de rodaje para salidas y llegadas como una medida para reducir confusiones en las instrucciones de rodaje y evitar la confluencia de tránsitos que llegan y salen.
- Establecer la zona de espera en el área de maniobras es una medida que contribuye a evitar taponamientos en las calles de rodaje y reducir las demoras de las aeronaves involucradas, esto, porque se incurren en demoras cuando una aeronave va a realizar maniobras que involucran salida de una posición o cuando una aeronave que ha regresado no tiene una posición donde estacionarse.
- Incrementar la seguridad en el perímetro del aeródromo y cercanías de las pistas a través de los métodos recomendados para evitar futuros incidentes por entrada de personas ajenas al aeropuerto y animales.
- Instruir al personal de plataforma sobre el retroceso largo de las aeronaves en la terminal B a modo de estandarizar el uso de ese tipo operación para la optimización de las operaciones en la mencionada estación de embarque.

La que aplicación de las propuestas mencionadas conllevaría a la solución de los problemas más recurrentes que inciden directamente en las operaciones principales del aeropuerto, se aumentaría la eficiencia de los procesos, se contribuiría de manera significativa a la reducción de incidentes y las mismas no implican una inversión de recursos excesiva para la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- Academia Superior de Ciencias Aeronáuticas . (2010, 09 16). Curso Básico Control de Tránsito Aéreo. *Inducción*. Santo Domingo, Santo Domingo Este, República Dominicana: ASCA.
- Academia Superior de Ciencias Aeronauticas . (2010, 09 16). Curso Básico de Control de Tránsito Aéreo . *Modulo 7. Reglamento del Aire*. Santo Domingo, Santo Domingo Este, Republica Dominicana: ASCA.
- Academia Superior de Ciencias Aeronáuticas. (09 de 03 de 2011). CURSO ATS ARO MODULO 6 AERODROMOS. Santo Domingo, Santo Domingo Este, República Dominicana: ASCA.
- Aerea, D. d. (2013). *Circular Seguridad en Pista Prevencion de Incursiones en Pista*. Uruguay.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación* . Editorial Shalom.
- Benjamin Nievel, A. F. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos , estandares y diseño del trabajo* . México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Biegler, L. T. (2010). *Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes*. Philadelphia: Society for Industrial And Applied Mathematics.
- Biermann, C. J. (1996). Handbook of Pulping and Papermaking (2nd Edition). Elsevier.
- Carrasco, J. B. (2011). *Gestión de procesos* . Santiago de Chile : Evolution S,A.
- Congreso Nacional, l. 4.-0. (2006). Ley 491-06.
- Doc 9859, Organización de Aviación Civil Internacional. (2013). Doc 9859. Safety Managment Manual. Montreal, Canada.
- Dr. Alejandro Herrera Rodríguez, D. G. (2015). *Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional (PEGSO)*. Santo Domingo: IDAC. Obtenido de Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional (PEGSO), Primera Edición, Marzo 2015. , Ejecutivo Responsable del PEGSO.
- Fomento, M. d. (2005). *Modelos para implantar la mejora continua en la gestion de empresas de transporte por carretera*.
- Garcia, Y. G. (Marzo de 2008). Guia para la identificacion y analisis de los procesos de la Universidad de Málaga. Málaga.
- Instituto Dominicano de Aviación Civil. (2011, 07 01). Manuel de Procedimientos Especificos. *Servicio de Tránsito Aéreo* . Santo Domingo, Distrito Nacional , República Dominicana: IDAC.

- Instituto Dominicano de Aviación Civil. (2016, 01 06). Reglamento Aeronáutico Dominicano RAD 11. *Servicios de Tránsito Aéreo*. Santo Domingo , Distrito Nacional, República Dominicana: IDAC.
- Lee Krajewski, L. R. (2013). *Administración de operaciones*. México: Pearson .
- Meisel, R. M., Babb, S. J., Marsh, S. F., & Schlichting, J. P. (2007). Executive Guide to Understanding and Implementing Lean Six Sigma - The Financial Impact. American Society for Quality (ASQ).
- Mika, G. (2006). Kaizen Event Implementation Manual (5th Edition). Society of Manufacturing Engineers (SME).
- Niebel, B., Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12ma ed., Ciudad de México, México: McGraw-Hill
- Rufe, P. (2013). Fundamentals of Manufacturing. 3ra ed., Michigan, United States of America: Society of Manufacturing Engineers.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). Herramientas para la mejora de la calidad., 1ra ed., Uruguay: UNIT
- Jackson, D. (2015). Statistics for Quality Control. 1ra ed., United States of America: Industrial Press.
- Biegler, L. T. (2010). Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes. 1ra ed., Philadelphia: Society for Industrial And Applied Mathematics.
- Carrasco, J. B. (2011). Gestión de procesos. 1ra ed., Santiago de Chile : Evolution S,A.
- Membrado. J. (2002). Innovación y Mejora Continua Según el Modelo EFQM de Excelencia. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Membrado. J. (2007). Metodologías Avanzadas para la planificación y mejora. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García. E. (2015). Proyecto y viabilidad del negocio o microempresa. España: Ediciones Paraninfo, S. A.
- Lee Krajewski, L. R. (2013). Administración de operaciones. 1ra ed., México: Pearson .
- Moreno, C. W. (2016). Optimal "Lean Operations" in Manufacturing. 1ra ed., Optimization in Production Operations, 1-8.
- Palacios Acero, L. C. (2009). Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos. 1ra ed., Bogotá: Ecoe ediciones.
- Valencia, U. P. (2011). Manual de gestión de procesos. 1ra ed., España: Universidad Politécnica de Valencia.

- Programa Nacional De Seguridad De La Aviación Civil (Pnsac) De La República Dominicana, Ministerio De Defensa, Quinta Edición, 22 De Enero De 2015.
- Moore, R. (2007). *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools - What Tool? When?* Elsevier.
- Moreno, C. W. (2016). Optimal "Lean Operations" in Manufacturing. *Optimization in Production Operations*, 1-8.
- nariño, M. F. (2008). *Gestión por procesos* .
- Kurian, G. (2013). *The AMA Dictionary of Business and Management*. 1ra ed., United States of America: American Management Association.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2007). *Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea . Gestión del Tránsito Aéreo . OACI*.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2013). *Safety Management Manual (SMM) . DOC 9859*. Montreal, Canada: International Civil Aviation Organization.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2014-2016). *Plan global para la seguridad Operacional de la aviación*. Montréal, Quebec, Canada: Organización de Aviación Civil Internacional.
- Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe ediciones .
- Ruiz, R. (2006). *Historia y evolución del pensamiento científico*. Mexico: Juan Carlos Martínez Coll.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* . México: Mc GRAW HILL IINTERAMERICANA EDITORES, SA DE C.V.
- Nariño, M. F. (2008). *Gestión por procesos*. 1ra ed., Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.
- tecnología, I. a. (2002). *Guía para una gestión basada en procesos*. Imprents Berekinta.
- Valencia, U. P. (2011). *Manual de gestión de procesos*.
- Zaratiegui, J. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa . *Economía Industrial* , 81-88.

Documentos publicados en Internet:

- NOAA. (2016). *Aviation Weather*. Obtenido de MDPC: <https://www.aviationweather.gov/metar/data>
- Skybrary. (2007). *Skybrary*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Incidente ATC, NY, La guardia: http://www.skybrary.aero/index.php/B738/_CRJ1,_New_York_La_Guardia_USA,_2007
- Skybrary. (s.f.). *Skybrary*. Recuperado el 07 de Junio de 2016, de SMS in Air Traffic Management: http://www.skybrary.aero/index.php/SMS_in_Air_Traffic_Management
- Skybrary. (2004). *Skybrary*. Recuperado el 4 de julio de 2016, de Incidentes CTA Los Angeles: http://www.skybrary.aero/index.php/B738/_744,_Los_Angeles_USA,_2004
- OSIATIS. (2014). *Proceso mejora continua*. Recuperado el 03 de Julio de 2016, de Ciclo Deming: http://itilv3.osiatis.es/proceso_mejora_continua_servicios_TI/ciclo_deming.php
- Pereira, U. T. (Agosto de 2010). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4541604.pdf>
- IDAC. (Noviembre de 2014). *Aerovias*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Primera edición: <http://idac.gob.do/wp-content/uploads/2014/11/Aerovias-Edicion-1.pdf>
- IDAC. (20 de octubre de 2015). Recuperado el 04 de Julio de 2016, de Safety Management System: <ftp://ssp.idac.gov.do/pub/Brochure%20SMS,%20Octubre%202015.pdf>
- IDAC. (s.f.). *Reglamentacion y registro nacional de aeronaves*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Reglamento Aeronautico Dominicano: <http://idac.gob.do/reglamentacion-y-registro-nacional-de-aeronaves/reglamento-aeronautico-dominicano/>
- Instituto Dominicano de Aviación Civil. (s.f.). *IDAC*. Recuperado el 08 de Junio de 2016, de reglamento-aeronautico-dominicano/: <http://idac.gob.do/reglamentacion-y-registro-nacional-de-aeronaves/reglamento-aeronautico-dominicano/>
- Aviation Knowledge. (2005). Recuperado el 04 de Julio de 2016, de Aviation Safety Management System: <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:safety-management-system>
- ETOPS. (3 de Mayo de 2011). *Grandes Accidentes Aereos*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Indicadores locos, Vuelo 301: <http://grandesaccidentesaereos.blogspot.com/2011/05/indicadores-locos-el-caso-del-vuelo-301.html>

ANEXOS

Anexos Generales

- Encuestas realizadas a controladores de aeródromo.
- Destinos y aerolíneas por temporada.
- Planos del aeródromo extraídos de AIP-RD, fuente oficial del IDAC.
- Planos de estacionamiento y atraque de aeronaves del aeródromo, AIP-RD, fuente oficial del IDAC.
- Reporte de incursión en pista proporcionado por la Dirección de Servicios de Tránsito Aéreo, a manera de prueba de que hubo revisión de dichos informes. Estos informes son estrictamente confidenciales y su difusión está prohibida.
- Reporte anual de estadísticas del Banco Central Dominicano.
- Reporte de Control De Tránsito Aéreo Y Seguridad Operacional En Pista Por: Licdo. Raúl Alexis Samaniego Trotman. Jefe de Gestión de Calidad y Seguridad Operacional Dirección de Navegación Aérea Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá.
- Registros de operaciones diarias del aeropuerto, mes de septiembre únicamente como prueba de que se llevó a cabo el escrutinio de los datos. Documentos estrictamente confidenciales.
- Circular de Seguridad en Pista Prevención de Incursiones En Pista División de Navegación Aérea Departamento de Servicios Aeronáuticos de Uruguay.
- Guía Para La Identificación Y Análisis De Los Procesos De La Universidad De Málaga.

ANTEPROYECTO



UNIVERSIDAD ACCIÓN PRO EDUCACIÓN Y CULTURA

DECANATO DE INGENIERIA E INFORMATICA

ESCUELA DE INGENIERÍA

Anteproyecto de Trabajo de Grado para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

Tema de título:

Propuesta de optimización para la seguridad de las operaciones aeronáuticas en un aeropuerto ubicado en la región este, República Dominicana, año 2016.

Sustentante:

Juan Junior García Rosario (2010-1595)

Lisbeth Lara García (2012-2029)

Ana M. Vásquez (2012-1777)

Asesor:

Prof. Gregorio Morel

Contenido

1. Introducción. 105
2. Planteamiento del Problema 106
3. Formulación del problema 108
4. Sistematización del Problema 108
5. Objetivo General 109
6. Objetivos específicos 109
7. Justificación 110
8. Marco teórico 111
9. Marco conceptual 117
10. Marco Regulatorio para República Dominicana. 126
11. Diseño Metodológico 129
12. Bibliografía 133
13. Esquema preliminar de contenido de Trabajo de Grado 136

1. Introducción.

Los aeropuertos son de vital importancia para la economía dominicana pues estos representan la principal forma de admisión del turismo y una fuente significativa de empleos. Si bien su estructura e instalaciones pueden llegar a ser una sorprendente obra de ingeniería deben asimilarse como un organismo complejo e integrado que utiliza recursos tecnológicos, sistemas de diversa índole, maquinaria industrial y capital humano para la atención de los pasajeros, recepción de carga y el control y gestión del tráfico aéreo nacional e internacional. El motivo de ser de un aeropuerto es el transporte seguro, ordenado y rápido de personas y mercancías. Sin embargo, debido a la gran cantidad de elementos que intervienen en este proceso y a la seguridad que se debe garantizar en el mismo, es necesario que se adopten métodos que garanticen el correcto desempeño de las operaciones del aeródromo de la manera más eficiente posible.

Con esta propuesta se pretende optimizar las operaciones aeronáuticas del principal aeropuerto de la República Dominicana, ubicado en la región este del país, identificando las desviaciones operacionales, violaciones críticas a los procedimientos y protocolos establecidos por las instituciones y organismos de seguridad correspondientes, con el propósito de proponer mejoras para maximizar la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas relacionadas con el área de responsabilidad de la torre de control y de esta manera contribuir a la mitigación de incidentes y accidentes.

2. Planteamiento del Problema

La aviación es un mundo apasionante lleno de retos y oportunidades creadas por el hombre y su búsqueda imparable de surcar los cielos con la libertad de un ave. Si bien se han generado avances que le han dado la capacidad de alcanzar las alturas, cada día se documenta lo vulnerables que somos una vez estamos a bordo de una aeronave. Por ello, personas han dedicado su tiempo a buscar métodos que proporcionen un nivel satisfactorio de seguridad permitiendo que el negocio que un día fue un sueño siga prosperando.

En los aeropuertos dominicanos históricamente se han documentado debilidades en el cumplimiento de los procedimientos establecidos para hacer de la aviación una empresa segura y rentable, hecho que se demuestra con un alto número de incidentes y accidentes en los aeropuertos o en el espacio aéreo asignado a los aeródromos.

Muestra de lo anterior son los casos de accidentes e incidentes de aviación registrados a nivel nacional en los últimos años, muchos de los cuales luego de investigaciones han arrojado resultados que apuntan a errores humanos que pudieron ser evitados a través del cumplimiento de lo establecido en los documentos oficiales.

Así mismo, esta cadena de incidentes y accidentes desencadenó en la pérdida por parte del Estado dominicano de la Categoría 1 otorgada por la FAA (Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos, en inglés) a los estados que cumplen con elementos críticos y recomendaciones de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), permitiendo que los certificados operen sus aeronaves en Estados Unidos.

Si bien la República Dominicana se recertificó en esta categoría (año 2007-08) fue en 1993 cuando la primera evaluación IASA (International Aviation Safety Assessment) arrojó resultados desastrosos en los que se reflejaba que en el país no existía una institución de aviación civil con capacidad para asegurar las operaciones aéreas de las líneas nacionales existentes en ese entonces (14), colocando al país en la Categoría 3. Esto quiere decir que las esas empresas no podían expandir sus rutas a EE.UU y la suspensión de operaciones de la aerolínea bandera (DOMINICANA DE AVIACIÓN).

De acuerdo a los tratados bilaterales entre la República Dominicana y los Estados Unidos, cada uno se comprometía a cumplir una serie de reglamentos que le permitiera operar en el otro país sin mayores inconvenientes. Sólo que nuestro sistema de aviación presentaba ciertas deficiencias que había que corregir, para lo cual las autoridades estadounidenses redactaron un informe en el año 1993, y el resultado de esa evaluación fue la penosa Categoría 3, luego convertida en Categoría 2.

El país recuperó tras muchos esfuerzos la credibilidad ante las autoridades internacionales, siendo el elemento determinante en el proceso de recuperación La Ley de Aviación Civil 401-06. La antigua Ley 505 resultaba obsoleta para los requerimientos internacionales. Sin embargo, las auditorías son constantes y con un incremento de incidentes graves y accidentes, el país se está arriesgando a perder la posición de prestigio que ostenta hoy.

Con esta propuesta se pretende documentar las principales violaciones a los procedimientos por parte de los controladores de tránsito aéreo, pilotos, personal de plataforma y operaciones de un aeropuerto internacional ubicado en la región este de la Republica Dominicana y sus consecuencias, con el fin de tomar medidas que reduzcan la posibilidad de sucesos debido al

no seguimiento de los procedimientos operacionales establecidos por la Dirección de Navegación Aérea (DINA), Dirección de los Servicios de Tránsito Aéreo y otras dependencias del Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) bajo recomendación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

3. Formulación del problema

¿La desviación en los procedimientos establecidos por la Dirección de Navegación Aérea (DINA) del Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) genera peligros en las operaciones de un aeropuerto internacional ubicado en la región este de la República Dominicana, año 2016?

4. Sistematización del Problema

¿Cuál ha sido el número de desviaciones operacionales registradas en años anteriores?

¿Qué tipo de peligros generan estas desviaciones?

¿Cómo es el ambiente operativo del aeropuerto?

¿Cuál es el flujo de operaciones en el aeropuerto?

¿Cuáles son los reglamentos a seguir en el aeropuerto?

¿Cuáles son los reglamentos en los que se cometen desviaciones (violaciones) en los procedimientos?

5. Objetivo General

Determinar las desviaciones operacionales más comunes en un aeropuerto internacional ubicado en la región este de la República Dominicana para proponer métodos de optimización y mitigación de riesgos.

6. Objetivos específicos

- ✓ Analizar operaciones del Aeropuerto.
- ✓ Verificar el número de desviaciones operacionales registradas en años anteriores.
- ✓ Determinar cuáles desviaciones incidieron directamente en la ocurrencia de un incidente³ o accidente de aviación.
- ✓ Determinar cuáles son los puntos críticos⁴ en los que se incurre en violaciones de los procedimientos establecidos.
- ✓ Optimizar las operaciones en el área de movimiento.⁵

³ **Incidente:** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

⁴ **Punto crítico:** Sitio del área de movimiento de un aeródromo con antecedentes o riesgo potencial de colisión o de incursión en la pista, y en el que es necesario que pilotos y conductores presten mayor atención

⁵ **Área de movimiento:** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

7. Justificación

En el contexto de la aviación, seguridad operacional es “el estado en el cual la posibilidad de daño a personas o propiedades es reducido, y mantenido (a) o por debajo, de un nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación y manejo de riesgos.”

Mientras que la eliminación de accidentes de aeronaves e incidentes serios es la meta final, se reconoce que la aviación nunca será segura en su totalidad. Las actividades humanas o sistemas construidos por el hombre no pueden ser garantizados como absolutamente libres de errores operacionales y sus consecuencias. Por consiguiente, la única forma de hacer la aviación un sector rentable es a través de la optimización del sistema y la mitigación continua de riesgos.

Es importante notar que la aceptación del desempeño y la seguridad son constantemente influenciadas por las normas nacionales y la cultura. Sin embargo, mientras los riesgos se mantengan bajo un nivel apropiado de control, el sector dinámico y abierto que es la aviación podrá mantener un balance apropiado entre producción y protección.

La optimización del aeropuerto ubicado en la región este implicaría una reducción de las violaciones a los procedimientos establecidos, con lo cual no solo se consigue evitar accidentes e incidentes a causa del factor humano sino que beneficia significativamente a los implicados en la aviación a través de un mejor desempeño en los procesos operacionales, reduciendo directa o indirectamente costos en los cuales se pudiese incurrir debido a la no mitigación de riesgos y estandarización de las operaciones.

Desde el punto de vista financiero los implicados se benefician a través de:

- Estabilidad, seguridad y respaldo de los clientes: Los clientes están al tanto de que algunos operadores son más seguros que otros en sus operaciones.
- Buen trabajo y mejor vida para sus empleados.
- Reducción de personal innecesario en horas muertas.
- El ajuste de los turnos de trabajo para evitar fatiga y brindar un mejor desempeño.
- Incremento de la seguridad.
- Reducción de costos de entrenamiento
- Mitigación de accidentes e incidentes que pueden resultar en pérdida de vidas, pago de penalidades, cese de operaciones, etc.

Gracias al acceso a la fuente de información y a los procesos que se estudiarán, es posible a través de esta propuesta ofrecer mejoras encaminadas a optimizar alguno de los procesos con fines de percibir los beneficios anteriormente mencionados, a sabiendas de que es necesario que los involucrados en el sector aeronáutico adopten medidas encaminadas a la mejora de los procesos y aseguramiento de la seguridad operacional y una vez establecidas sean mantenidas.

8. Marco teórico

El entorno de la aviación guiado por la frase “seguro, ordenado y rápido” sitúa la seguridad en el primer eslabón de la materia. Por ello tener claro cuáles son los procedimientos que guían al personal en el cumplimiento de este objetivo primario (seguridad) es de vital importancia.

En el contexto de la aviación, la Seguridad Operacional es “el estado en el que la posibilidad de daños a personas o a los bienes se reduce, y se mantiene en o por debajo de un nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos a seguridad (Doc 9859, Organización de Aviación Civil Internacional, 2013) por eso, y siendo la aviación una industria que produce directa e indirectamente 56,6 millones de puestos de trabajo, contribuye con más de \$2 billones al producto interno bruto (PIB) mundial y transporta más de 2 500 millones de pasajeros, y carga por un valor de \$5,3 billones cada año (Organización de Aviación Civil Internacional, 2014-2016) lleva a que en los aeródromos se establezcan protocolos encaminados a la optimización de todas las operaciones centrados en la reducción y mitigación de los riesgos.

Para ilustrar la consecuencia del problema a estudiar se citan múltiples accidentes ocurridos a raíz de la desviación de los procedimientos y protocolos establecidos por la autoridad ATS competente⁶ los cuales han sido causantes de una gran cantidad de muertes, heridos, grandes daños estructurales y pérdidas de activos y recursos económicos. A continuación, se presentan varios de los accidentes más significativos:

19 de agosto de 2004 (incidente grave): un Boeing 747-400 operado por Asiana Airlines fue autorizado para aterrizar por la pista 24L (izquierda) en Los Angeles (LAX). Al mismo tiempo, un Boeing 737-800 operado por Southwest Airlines fue instruido a rodar a posición y esperar autorización para despegar de la misma pista. El B747-400 inició un procedimiento de motor y al aire ya que la tripulación vio el B738 en la pista, evitando un accidente catastrófico causado por error del controlador.

⁶ **Autoridad ATS competente:** La autoridad apropiada designada por el organismo regulador de la aviación civil del estado que se trate responsable de proporcionar los servicios de tránsito aéreo en el espacio aéreo.

5 de julio de 2007: a plena luz del día y con una buena visibilidad, un CRJ100 Comair en un vuelo de salida fue autorizado por un controlador de superficie o tierra (GND)⁷ a rodar al otro lado de la pista activa 22 en la que un Delta AL Boeing 737-800 también había sido autorizado para aterrizar por el (TWR)⁸ controlador local. El cruce que se hizo no permite que la tripulación de un CRJ100 vea la pista de aterrizaje hacia el umbral de aterrizaje hasta que casi es completado. Al cruzar observaron entonces el B738 que aterrizó venir hacia ellos, aumentaron inmediatamente el empuje del único motor operativo para abandonar la pista inmediatamente.

6 de febrero de 1996 (189 fallecidos): Durante la carrera de despegue a las 11:42 p.m, el capitán Arned Erden, uno de los pilotos más experimentados de Birgenair, descubrió que su indicador de velocidad no funcionaba adecuadamente, pero decidió no abortar el despegue.

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del gobierno de la República Dominicana investigó el accidente y determinó la probable causa precipitante del accidente.

"El fallo de la tripulación en el reconocimiento de la activación del vibrador de la palanca de mando como advertencia de la entrada inminente en pérdida, y el fallo de la tripulación en ejecutar los procedimientos para recuperarse de la pérdida de control que se estaba produciendo."

⁷ **Controlador de tierra:** normalmente responsable del tránsito en el área de maniobras, a excepción de las pistas;

⁸ **controlador de aeródromo,** normalmente responsable de las operaciones en la pista y de las aeronaves que vuelan dentro del área de responsabilidad de la torre de control de aeródromo

Las investigaciones más tarde demostraron que el avión viajaba en aquel momento a 220 nudos. La investigación concluyó que uno de los tres tubos pitot⁹, usados para medir la velocidad en el aire, estaba bloqueado.

5 de septiembre de 1993: una aeronave Boeing 727 matrícula HI-617CA, con 20 años en servicio (voló por primera vez en 1973) aterrizó en Las Américas procedente de San Juan, Puerto Rico. Tras detenerse en la puerta A6 de la terminal del aeropuerto la aeronave se incendió y ante la lenta respuesta del servicio contraincendios el 100% de la aeronave fue consumida por el fuego. No hubo víctimas fatales.

El Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional (PEGSO) (año 2015), describe las responsabilidades funcionales del Estado dominicano en materia de gestión de la seguridad operacional. El mismo se complementa con el Reglamento Aeronáutico Dominicano Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (RAD 110), el cual dispone las normas y requisitos que regulan los Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) en operadores y proveedores de servicio, de acuerdo con su ámbito de aplicación. Con ambos documentos se da cabal cumplimiento a las disposiciones del Anexo 19 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Gestión de la Seguridad Operacional.

El desarrollo de la cultura positiva de seguridad operacional depende de un cambio en el enfoque que persigue únicamente el cumplimiento de las normas, por uno que comprenda el porqué de las normas y evalúe de manera crítica la pertinencia de las mismas, **utilizando indicadores clave de rendimiento (KPI)** para mejorar la toma de decisiones. El PEGSO

⁹ El **tubo de pitot**: Consiste en un tubo sencillo u otro dispositivo similar, de tamaño no muy grande, que suele estar montado, enfrentado al viento relativo, en el borde de ataque o debajo del ala, aunque en ciertos aeroplanos está colocado en el morro del avión o en el estabilizador vertical. Esta localización le pone a salvo de perturbaciones o turbulencias causadas por el movimiento del avión en el aire. Este dispositivo, tiene un pequeño agujero en la punta para recoger la presión de impacto, que debe permanecer siempre libre de cualquier impureza (insectos, etc...) que lo obstruya. Suele tener un pequeño orificio en la parte de abajo para facilitar su limpieza.

hace uso de la información generada por el Sistema Integrado Automatizado de Gestión Aeronáutica (SIAGA), recabando inteligencia de todas las fuentes de recolección de datos de los que dispone el IDAC.

Según el IDAC, la seguridad operacional es la primera prioridad de todas sus actividades y procesos, por lo que han asumido el compromiso de desarrollar, implementar y mejorar las estrategias, marcos de trabajo, reglamentos y sistemas de gestión para asegurarse de que todas sus actividades, y las actividades bajo su supervisión, mantienen el nivel más elevado de eficacia y eficiencia, se ajustan, como mínimo, a las normas nacionales e inciden positivamente en el rendimiento en materia de seguridad operacional a través de la mejora continua.

Las prácticas de mejora continua florecieron tras la fama del Kaizen en los negocios y manufactura. Hoy día es una herramienta aplicada por miles de organizaciones a nivel global para la tipificación de oportunidades de ahorro. Si bien sacrificar la calidad, en nuestro caso abarcada por la seguridad, no se justifica por el deseo de hacer las cosas más rápido y económico, la función de la mejora continua es mantener los estándares mientras se consiguen alternativas que permitan expeditar el movimiento seguro del tránsito.

El Kaizen se origina en Japón a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, ante una nación envuelta en problemas industriales y escasez de recursos deciden crear la JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros) recibiendo la asesoría del Dr. William Edwards Deming y Joseph Juran en varios seminarios, luego de lo cual surge la entonces nueva metodología para mejorar el sistema empresarial.

El ciclo PDCA: Planificar (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act), también conocido como ciclo de Deming en honor a su creador, Edwards Deming, constituye la columna vertebral de todos los procesos de mejora continua (OSIATIS, 2014):

- ✓ Planificar: definir los objetivos y los medios para conseguirlos.
- ✓ Hacer: implementar la visión preestablecida.
- ✓ Verificar: comprobar que se alcanzan los objetivos previstos con los recursos asignados.
- ✓ Actuar: analizar y corregir las desviaciones detectadas así como proponer mejoras a los procesos utilizados.

El objetivo de la optimización de procesos es mejorar el desempeño buscando como mejora continua su perfeccionamiento. El concepto de optimización data de tiempos inmemorables y fue incluido en la empresa cuando el mercado comprador que caracterizó las primeras décadas de la revolución industrial comenzó a transformarse hasta convertirse en el mercado vendedor fuertemente competitivo de nuestros días. Se puede definir como optimización a la disciplina de ajustar un proceso, a fin de optimizar un conjunto determinado de parámetros sin violar alguna restricción. (Saritha, 2011).

Entre los diferentes pasos requeridos para la optimización, se incluyen:

- Analizar las operaciones actuales.
- Establecer los factores críticos de desempeño.
- Identificar deficiencias, problemáticas e incumplimientos.
- Determinar su causa, efecto y el riesgo que suponen para el proceso.
- Realizar una pre-propuesta de mejora.

- Participación de los implicados, puesta en común de la pre-propuesta.
- Emisión del informe final de Optimización de procesos con la propuesta consensuada.

9. Marco conceptual

Análisis de operaciones: análisis aplicado por el ingeniero con fines de identificar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con miras a su mejoramiento.

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencial no deseable.

Actuación humana: Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas

Aeródromo: Un área definida de tierra o agua, que comprende todas las instalaciones, edificaciones y equipos, destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Aeródromo certificado: Aeródromo a cuyo operador aéreo se le ha otorgado un Certificado de Aeródromo.

Aeronave: Es toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire, que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Aeronaves Comerciales: Son las aeronaves civiles destinadas al transporte remunerado de personas, carga o correspondencia o a otros fines comerciales, en virtud del Certificado de Explotación o autorización otorgados por la autoridad competente.

Aeronave en Vuelo: El momento a partir del cual todas las puertas externas se cierran después del embarque, hasta el momento en que se abra una puerta para desembarcar, o en caso de aterrizaje forzoso, hasta que las autoridades competentes se encarguen de la responsabilidad de la aeronave, de las personas y de las propiedades que se encuentren a bordo.

Aeropuerto: Todo aeródromo de uso público designado por el Poder Ejecutivo como puerto de entrada o salida para el tráfico aéreo internacional, donde se llevan a cabo los trámites de aduana, migración, salud pública, reglamentación fitosanitaria y otros requerimientos.

Aeropuerto internacional: Todo aeropuerto designado por el Estado contratante en cuyo territorio está situado, como puerto de entrada o salida para el tráfico aéreo internacional, donde se llevan a cabo los trámites de aduanas, inmigración, sanidad pública, reglamentación veterinaria y fitosanitaria, y procedimientos similares.

Aprobado: Es la enunciación de aceptación emitida por el IDAC en respuesta a una solicitud, al completarse el conocimiento de la misma.

Aproximación final: Parte de un procedimiento de aproximación por instrumentos que se inicia en el punto o referencia de aproximación final determinado o, cuando no se haya determinado dicho punto o dicha referencia.

Área de aterrizaje: Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Área de control: Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde un límite especificado sobre el terreno.

Área de maniobras: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

Área de movimiento: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

Aterrizaje Forzoso Seguro: Aterrizaje o amaraje inevitable con una previsión razonable de que no se produzcan lesiones a las personas en la aeronave ni en la superficie.

Aterrizaje interrumpido: Maniobra de aterrizaje que se suspende de manera inesperada en cualquier punto por debajo de la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H).

Autoridad ATS competente: La autoridad apropiada designada por el IDAC responsable de proporcionar los servicios de tránsito aéreo en el espacio aéreo de que se trate:

a) En cuanto a los vuelos sobre alta mar: la autoridad apropiada del Estado de matrícula.

b) En cuanto a los vuelos sobre territorio de la República Dominicana: la autoridad ATS designada por el Instituto Dominicano de Aviación Civil.

Autorización de control de tránsito aéreo: Autorización para que una aeronave proceda en condiciones especificadas por una dependencia de control de tránsito aéreo.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Capacidad: Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para dicho producto.

Ciclo Deming (PHVA): Consiste en un modelo de una secuencia lógica de pasos repetidos (Planificar, Hacer, Verificar/Revisar y Actuar) para el mejoramiento continuo.

Clima organizacional: Es la percepción individual que tienen cada uno de los integrantes acerca de las características o cualidades de su organización.

Calle de rodaje. Vía definida en un aeródromo terrestre, establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo.

Centro de control de área (ACC): Dependencia establecida para facilitar servicio de control de tránsito aéreo a los vuelos controlados en las áreas de control bajo su jurisdicción.

Centro de información de vuelo: Dependencia establecida para facilitar servicio de información de vuelo y servicio de alerta.

Circuito de tránsito de aeródromo: Trayectoria especificada que deben seguir las aeronaves al evolucionar en las inmediaciones de un aeródromo.

Comité de Revisión de la Seguridad Operacional: Comité compuesto por directivos de alto nivel del Instituto Dominicano de Aviación Civil que asesora al Director o Directora General sobre las decisiones relativas al Programa Estatal de Seguridad Operacional.

Competencia: Aptitud demostrada para aplicar los conocimientos y habilidades.

Control de la calidad: Parte de la gestión de calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Cultura organizacional: Conjunto de normas, hábitos y valores, que practican los individuos de una organización, haciendo de esta su forma de comportamiento.

Exceso de confianza en las coordinaciones: Hecho que no debe existir bajo ninguna circunstancia, un controlador no debe asumir, ni adivinar, ni suponer ya que eso puede degenerar en errores graves que pondrían en peligro la operación de las aeronaves, las malas interpretaciones son el resultado de la violación de los procesos de coordinación, si existen dudas se debe preguntar y confirmar hasta que las dudas sean aclaradas.

Defensas: Medidas de mitigación específicas, controles preventivos o medidas de recuperación aplicadas para evitar que suceda un peligro o que aumente a una consecuencia indeseada.

Eficacia: Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Ejecutivo responsable: Persona única e identificable que es responsable del rendimiento eficaz y eficiente del SSP del Estado o del SMS del proveedor de servicio.

Factores humanos / desempeño humano: Son todos los aspectos relacionados con la interfaz entre las personas y los procedimientos y equipos complejos que existen para apoyar la realización segura y eficiente de sus funciones.

Gestión del cambio: Proceso formal para gestionar los cambios dentro de una organización de forma sistemática, a fin de conocer los cambios que puede tener un impacto en las estrategias de mitigación de peligros y riesgos identificados antes de implementar tales cambios.

Incidente. Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un

Indicador de rendimiento en materia de seguridad operacional: Parámetro de seguridad basado en datos que se utiliza para observar y evaluar el rendimiento en materia de seguridad operacional.

Indicadores de alto impacto: Indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional relacionados con el control y la medición de sucesos de alto impacto, como accidentes o incidentes graves. A menudo, los indicadores de alto impacto se conocen como indicadores reactivos.

Indicadores de bajo impacto: Indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional relacionados con el control y la medición de sucesos, eventos o actividades de

bajo impacto, como incidentes, hallazgos que no cumplen las normas o irregularidades. Los indicadores de bajo impacto se conocen a menudo como indicadores proactivos/predictivos.

Mapa de proceso: Descripción gráfica de la interacción entre los procesos de un sistema.

Mejoramiento continuo: Proceso que consiste en mejorar el sistema de gestión para alcanzar mejoras en el desempeño de la organización.

Mejores prácticas de la industria: Textos de orientación preparados por un órgano de la industria, para un sector particular de la industria de la aviación, a fin de que se cumplan los requisitos de las normas y métodos recomendados de la Organización de Aviación Civil Internacional, otros requisitos de seguridad operacional de la aviación y las mejores prácticas que se consideren apropiadas.

Meta de rendimiento en materia de seguridad operacional: El objetivo proyectado o que se desea conseguir, en cuanto a los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional, en un período de tiempo determinado.

Mitigación de riesgos: Proceso de incorporación de defensas o controles preventivos para reducir la gravedad o probabilidad de la consecuencia proyectada de un peligro.

Nivel aceptable de rendimiento en materia de seguridad operacional (ALoSP): Nivel mínimo de rendimiento en materia de seguridad operacional de la aviación civil en un Estado, como se define en el programa estatal de seguridad operacional, o de un proveedor de servicios, como se define en el sistema de gestión de la seguridad operacional, expresado en términos de objetivos e indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Operaciones Aeronáuticas: todas las operaciones que involucren al menos una aeronave directa o indirectamente.

Procedimiento: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso. Los procedimientos pueden estar documentados o no.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas o resultados.

Producto: Resultado de un proceso.

Programa estatal de seguridad operacional (SSP): Conjunto integrado de reglamentos y actividades destinado a mejorar la gestión de la seguridad operacional.

Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional de la República Dominicana (PEGSO): Disposiciones e iniciativas desarrolladas por el Instituto Dominicano de Aviación Civil para cumplir con los requisitos respecto al establecimiento del programa estatal de seguridad operacional (SSP) en la República Dominicana.

Rendimiento en materia de seguridad operacional: Logro de un Estado o un proveedor de servicios en lo que respecta a la seguridad operacional, de conformidad con lo definido mediante sus metas e indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional.

Riesgo de seguridad operacional: La probabilidad y gravedad previstas de las consecuencias o los resultados de un peligro.

Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

Requisito: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Seguridad operacional: Estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de las aeronaves, o que apoyan directamente dicha operación, se reducen y controlan a un nivel aceptable.

Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS): Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional que incluye las estructuras orgánicas, la obligación de rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios.

Unidad de Monitoreo de la Seguridad Operacional (UMSO): Dependencia del Instituto Dominicano de Aviación Civil encargada de coordinar y desarrollar las actividades operativas dispuestas por el Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional (PEGSO).

Gestión de afluencia del tránsito aéreo (ATFM): Servicio establecido con el objetivo de contribuir a una circulación segura, ordenada y expedita del tránsito aéreo asegurando que se utiliza al máximo posible la capacidad ATC, y que el volumen de tránsito es compatible con las capacidades declaradas por la autoridad ATS competente.

Gestión del tránsito aéreo: Administración dinámica e integrada — segura, económica y eficiente — del tránsito aéreo y del espacio aéreo, que incluye los servicios de tránsito aéreo, la gestión del espacio aéreo y la gestión de la afluencia del tránsito aéreo, mediante el suministro de instalaciones y servicios sin discontinuidades en colaboración con todos los interesados y funciones de a bordo y basadas en tierra.

Incidente: Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

Incursión en la pista: Todo suceso en un aeródromo que suponga la presencia incorrecta de una aeronave, vehículo o persona.

Información básica a tomar en cuenta para la toma de decisiones: Para un controlador tomar una decisión en el manejo de las operaciones debe tener en cuenta los siguientes datos:

- a. Distintivo de llamada y tipo de la aeronave
- b. Performance de la aeronave
- c. Factores meteorológicos que puedan afectar el desempeño seguro de las aeronaves
- d. Tránsito esencial y posibles conflictos
- e. Requisitos y limitantes del Área de control y de las zonas de control
- f. Limitaciones de los equipos en tierra
- g. Separaciones aplicables
- h. Posición y/o altitud de la aeronave
- i. Solicitud del piloto (si la hay)
- j. Cartas de acuerdo operacionales
- k. Servicios adicionales
- l. Limitaciones notificadas de los equipos de navegación de a bordo

10. Marco Regulatorio para República Dominicana.

Ley No. 491-06 de Aviación Civil de la República Dominicana, y sus modificaciones.

La Ley de Aviación Civil de la República Dominicana, promulgada en diciembre del año 2006, brinda el marco legal completo para el desarrollo seguro de todas las actividades del sector aeronáutico, al cubrir todos los aspectos de los servicios de navegación aérea, transporte aéreo y operaciones de vuelo del Estado.

La aeronáutica civil en la República Dominicana se rige por dicha Ley, y por los reglamentos emitidos para la aplicación de la misma, y es aplicada sin perjuicio de lo estipulado en tratados y convenios internacionales ratificados por la República Dominicana. Sus disposiciones para fines de inspección, vigilancia y control, alcanzan a toda aeronave civil, nacional o extranjera, sus propietarios, operadores, su tripulación, pasajeros y efectos transportados, así como cualquier persona que intervenga en la actividad aeronáutica, que se encuentre en el territorio nacional, parta de él, aterrice, sobrevuele o de cualquier otra forma esté bajo la jurisdicción de la soberanía nacional.

En abril de 2013 esta Ley fue actualizada, con miras a flexibilizar el marco legal existente en materia de propiedad sustancial y control efectivo de las empresas aéreas nacionales, alineando la normativa nacional con las principales tendencias a la apertura y liberalización del transporte aéreo y extender su alcance sobre la supervisión de operaciones conforme a las disposiciones del artículo 83bis del Convenio de Chicago, entre otras mejoras puntuales insertadas en la legislación básica de aviación civil de la República Dominicana.

Reglamento Aeronáutico Dominicano.

La Ley No. 491-06 de Aviación Civil faculta al Director o Directora General del IDAC para dictar los reglamentos, normas y reglas del tránsito aéreo en beneficio de la seguridad de la aviación, según considere necesario para:

- a) la conducción del vuelo de aeronaves;
- b) la navegación, protección e identificación de aeronaves;
- c) la protección de personas y de propiedades en tierra, y;
- d) la utilización eficiente del espacio aéreo navegable, incluyendo reglas en cuanto a altitudes de vuelo seguras y reglas para la prevención de colisión entre aeronaves, entre aeronaves y vehículos u objetos en tierra o en el agua, y entre aeronaves y objetos en el aire.

Igualmente, el Director o Directora General tiene la facultad y el deber de fomentar la seguridad de vuelo de las aeronaves civiles, periódicamente o según sea necesario, mediante la prescripción de:

- a) reglamentos y reglas razonables, implementando como mínimo las normas de los Anexos al Convenio de Chicago;
- b) las demás normas y reglamentos que sean razonables, o normas mínimas que regulen otras prácticas, métodos y procedimientos, según considere el Director o Directora General, que sean necesarios para proveer adecuadamente la seguridad operacional en la aviación civil.

El Reglamento Aeronáutico Dominicano es el documento legal que contiene disposiciones emanadas por el Director o Directora General, reglamentando las actividades de aviación civil en la República Dominicana de conformidad con la Ley.

Material Guía.

a. Circulares de Asesoramiento.

Las Circulares de Asesoramiento, se desarrollan en atención a la necesidad del IDAC de informar a los usuarios sobre temas relacionados con la seguridad operacional de la aviación civil. Su texto contiene explicaciones, interpretaciones o medios aceptables de cumplimiento, con la intención de aclarar o de servir de guía para el cumplimiento de los RADs.

b. Directivas de Aeronavegabilidad.

Las Directivas de Aeronavegabilidad, son disposiciones de carácter técnico emitidas por el fabricante de aeronaves, las cuales acogerá el IDAC, cuando estas estén oficializadas por la autoridad aeronáutica del Estado del fabricante, para corregir una condición insegura de un producto, considerándose el producto como una aeronave, motor de aeronave, hélice o parte, con el objeto de mantener la aeronavegabilidad de estas.

c. Boletines.

Los Boletines se desarrollan como medio informativo sobre disposiciones oficiales, temporales o definitivas, tales como reglamentos, resoluciones, órdenes, reglas, directivas, guías o actos administrativos emanados del Director o Directora General del IDAC.

d. Manuales Técnicos.

La construcción de los Manuales Técnicos se desarrolla sobre la base de homologación de Manuales con otras autoridades de aviación civil y de necesidades de guías específicas del IDAC.

11. Diseño Metodológico

Tipo de estudio

En este trabajo de grado se utilizarán: la investigación descriptiva, la cual permitirá recolectar datos para explicar los diferentes procedimientos del aeropuerto; y se describirán las causas que originan los errores en las operaciones y de qué manera ocurre el fenómeno u objeto de estudio.

Los estudios descriptivos según (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2006) : ``Buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989). Es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga´´.

Método

En esta investigación se utilizarán los siguientes métodos de investigación:

Método analítico: El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo

cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. Con este método es posible descomponer, por ejemplo, el proceso de salida de una aeronave en varios pasos con fin de analizar las variables que incumban en cada uno y el comportamiento del objeto de estudio en cada caso.

Método lógico deductivo: Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de la vinculación de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble (Behar, 2008):

- ✓ Consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos: a partir de los principios expuestos en manuales y documentos oficiales. Por ejemplo: documentos de la OACI.
- ✓ Sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos: puesto que la realidad del país es una distinta a la de los documentos, cada aeródromo, la capacitación recibida por el personal es diferente.

Técnicas de investigación

Encuestas

Es una investigación hecha sobre una muestra de individuos que representa un grupo general más amplio, utilizando métodos normalizados de interrogación con el objetivo de obtener mediciones cuantitativas de una gran diversidad de propiedades objetivas y subjetivas de la población.

(Francisco Alvira Martin, 2011) Afirma que los diferentes pasos a realizar para una encuesta se agrupan en cinco fases, partiendo de que los objetivos de la encuesta están ya fijados y existe un proyecto de la misma:

- Planteamiento o diseño del cuestionario
- Selección de la muestra
- Desarrollo del trabajo de campo
- Preparación de la información/ datos
- Análisis de la calidad de la información

Esta técnica de investigación será utilizada en este trabajo con el objetivo de obtener información proveniente de fuente muy confiable como lo son las personas que trabajan en el área analizada del aeropuerto. Mediante la encuesta obtendremos datos específicos orientados a los objetivos específicos del trabajo, pues, las preguntas están basadas en dichos objetivos.

Recopilación documental

Esta será otra de las técnicas que se utilizarán para obtener la información en este trabajo. “Se puede decir que la recopilación documental es un instrumento o técnica de investigación social cuya finalidad es obtener datos e información partir de documentos escritos y no escritos, susceptibles de ser utilizado dentro de los propósitos de una investigación en concreto.”(Lundberg, 1949).

Hay diversidad de documentos que se pueden utilizar para realizar una investigación, entre los cuales se encuentran:

- a. documentos escritos
- b. documentos numéricos o estadísticos
- c. documentos cartográficos
- d. documentos de imagen y sonido
- e. documentos-objeto

Una fuente de documentación que será utilizada con mucha frecuencia será el Internet debido a la cantidad de información que se puede obtener de sitios confiables que permitirán el desarrollo de este trabajo.

12. Bibliografía

- Academia Superior de Ciencias Aeronáuticas . (2010, 09 16). Curso Básico Control de Tránsito Aéreo. *Inducción*. Santo Domingo, Santo Domingo Este, República Dominicana: ASCA.
- Academia Superior de Ciencias Aeronauticas . (2010, 09 16). Curso Básico de Control de Tránsito Aéreo . *Modulo 7. Reglamento del Aire*. Santo Domingo, Santo Domingo Este, Republica Dominicana: ASCA.
- Academia Superior de Ciencias Aeronáuticas. (09 de 03 de 2011). CURSO ATS ARO MODULO 6 AERODROMOS. Santo Domingo, Santo Domingo Este, República Dominicana: ASCA.
- Aviation Knowledge. (2005). Recuperado el 04 de Julio de 2016, de Aviation Safety Management System: <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:safety-management-system>
- Doc 9859, Organización de Aviación Civil Internacional. (2013). Doc 9859. Safety Managment Manual. Montreal, Canada.
- Dr. Alejandro Herrera Rodríguez, D. G. (2015). *Programa Estatal de Gestión de la Seguridad Operacional (PEGSO)*. Santo Domingo: IDAC.
- ETOPS. (3 de Mayo de 2011). *Grandes Accidentes Aereos*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Indicadores locos, Vuelo 301: <http://grandesaccidentesaereos.blogspot.com/2011/05/indicadores-locos-el-caso-del-vuelo-301.html>
- IDAC. (Noviembre de 2014). *Aerovias*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Primera edición: <http://idac.gob.do/wp-content/uploads/2014/11/Aerovias-Edicion-1.pdf>
- IDAC. (20 de octubre de 2015). Recuperado el 04 de Julio de 2016, de Safety Management System: <ftp://ssp.idac.gov.do/pub/Brochure%20SMS,%20Octubre%202015.pdf>

IDAC. (s.f.). *Reglamentacion y registro nacional de aeronaves*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de
Reglamento Aeronautico Dominicano: <http://idac.gob.do/reglamentacion-y-registro-nacional-de-aeronaves/reglamento-aeronautico-dominicano/>

Instituto Dominicano de Aviación Civil. (2011, 07 01). *Manuel de Procedimientos Especificos. Servicio de Tránsito Aéreo* . Santo Domingo, Distrito Nacional , República Dominicana:
IDAC.

Instituto Dominicano de Aviación Civil. (2016, 01 06). *Reglamento Aeronáutico Dominicano RAD 11. Servicios de Tránsito Aéreo*. Santo Domingo , Distrito Nacional, República Dominicana:
IDAC.

Instituto Dominicano de Aviación Civil. (s.f.). *IDAC*. Recuperado el 08 de Junio de 2016, de
reglamento-aeronautico-dominicano/: <http://idac.gob.do/reglamentacion-y-registro-nacional-de-aeronaves/reglamento-aeronautico-dominicano/>

Organización de Aviación Civil Internacional. (2007). *Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea . Gestión del Tránsito Aéreo* . OACI.

Organización de Aviación Civil Internacional. (2013). *Safety Management Manual (SMM) . DOC 9859*. Montreal, Canada: International Civil Aviation Organization.

Organización de Aviación Civil Internacional. (2014-2016). *Plan global para la seguridad Operacional de la aviación*. Montréal, Quebec, Canada: Organización de Aviación Civil Internacional.

OSIATIS. (2014). *Proceso mejora continua*. Recuperado el 03 de Julio de 2016, de Ciclo Deming:
http://itilv3.osiatis.es/proceso_mejora_continua_servicios_TI/ciclo_deming.php

Skybrary. (2004). *Skybrary*. Recuperado el 4 de julio de 2016, de Incidentes CTA Los Angeles:

http://www.skybrary.aero/index.php/B738/_/744,_Los_Angeles_USA,_2004

Skybrary. (2007). *Skybrary*. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Incidente ATC, NY, La guardia:

http://www.skybrary.aero/index.php/B738/_/CRJ1,_New_York_La_Guardia_USA,_2007

Skybrary. (s.f.). *Skybrary*. Recuperado el 07 de Junior de 2016, de SMS in Air Traffic Management:

http://www.skybrary.aero/index.php/SMS_in_Air_Traffic_Management

13. Esquema preliminar de contenido de Trabajo de Grado

- **Dedicatoria**
- **Agradecimiento**
- **Índice Temático**
- **Introducción**

CAPÍTULO I: Sobre IDAC

- a. Misión
- b. Visión
- c. Valores
- d. Estructura Organizacional

CAPÍTULO II: Marco Teórico y Conceptual

- a. Antecedentes
- b. Justificación
- c. Planteamiento del Problema
- d. Objetivos
 - i. Objetivos Generales
 - ii. Objetivos Específicos
- e. Marco Teórico Referencial
- f. Limitaciones
- g. Definición y Características

- h. Metodologías a Implementar
- i. Glosario de términos básicos

CAPITULO III: Formulación de Propuesta

- a. Condiciones actuales.
- b. Análisis.
- c. Presentación de Propuesta.
- d. Plan de Acción.

Conclusión.

Recomendaciones.

Fuentes consultadas.

Anexos

Incidentes y Accidentes

2014:

https://es.wikipedia.org/wiki/Accidente_del_HS748_de_748_Air_Services_de_2014