

SISTEMA ESTADÍSTICO AERONÁUTICO DEL ESTADO DE HONDURAS

José Isaac Ordóñez Castellón^{1,*}, Liliana Yaneth Mantilla Pérez^{2,†}

¹Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil

²Departamento de Ciencia Aeronáuticas FACES/UNAH

Recibido: 18/noviembre/2020

Aceptado: 15/diciembre/2020

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v13i1.11770>

RESUMEN

El presente artículo resume la propuesta de un Sistema Estadístico Aeronáutico para el Estado de Honduras, el cual es un software desarrollado para gestionar datos en tiempo real, con la finalidad de tener un control sistematizado de todas las operaciones aeronáuticas realizadas en los cuatro aeropuertos internacionales del país (Toncontín, Ramón Villeda Morales/La Mesa, Golosón y Juan Manuel Gálvez).

Este sistema detalla el flujo aéreo de vuelos comerciales, privados y militares, los pasajeros y la carga transportada por todas las aerolíneas que desarrollan actividades comerciales en el territorio nacional, registrando todos y cada uno de los aspectos que comprende la realización de un vuelo, desde el origen, el destino, el tipo de aeronave, el designador comercial de la aerolínea, la hora UTC y las fechas de ejecución de la operación, todo esto sintetizado en una plataforma estadística, donde se vinculan los datos generados por los Departamentos de Navegación Aérea, Planificación Aeronáutica, Transporte Aéreo y Facilitación de la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC), asimismo, cuenta con un dominio en Internet, logrando generar interrelaciones de datos, cálculos matemáticos y sinergias de información. Proporcionando información estratégica que permite una toma de decisiones ágil y acertada. Todo el software cuenta con un sofisticado sistema de usuarios que permite elevar los mecanismos de seguridad y controlar la información ingresada por medio de bitácoras de registro que se almacenan en bases de datos donde se interrelacionan los datos de forma ordenada para brindar información de calidad.

Palabras clave: Sistema Estadístico, Operaciones Aeronáuticas, Aeropuertos Internacionales, Software.

*jiscastellon@gmail.com

†liliana.mantilla@unah.edu.hn

ABSTRACT

This article summarizes a proposal for the Aeronautical Statistical System for the State of Honduras. This consists in a software developed to manage data in real time. To have a systematic control of all aeronautical operations carried out at the four international airports of the country (Toncontin, Ramon Villeda Morales / La Mesa, Goloson and Juan Manuel Galvez).

This system details all commercial, private and military flights air flow, passengers and cargo transported by all airlines that carry out commercial activities in the national territory. Recording all activities involved in the flights, the origin, the destination, type of aircraft, the commercial designator of the airline, UTC time and operations itineraries with the support of the statistical platform. With this software can link all the data generated by the Air Navigation Departments, Aeronautical Planning, Air Transportation and Facilitation, likewise, it has an Internet Domain, managing to generate interrelationships of data, math of data, mathematical calculations and synergies of information. Providing strategic information that allows decision-making in the right moment. All the software has a sophisticated user system that allows the security mechanisms by controlled for every registry logs that are stored in databases where the data is interrelated in an orderly manner to provide quality information.

Keywords: Statistical System, Aeronautical Operations, International Airports, Software.

1 *Introducción*

Este proyecto surge por una necesidad de contar con un sistema automatizado que permita disponer de información estadística aeronáutica integrada para el Estado de Honduras de las áreas de Administración, Planificación, Transporte Aéreo, Facilitación, Navegación, Aérea, Meteorología y Estándares de Vuelo entre otros que son parte de la Agencia Hondureña Aeronáutica Civil (AHAC). Este sistema se apoya en un software desarrollado para gestionar datos en tiempo real, el cual lleva un control sistematizado de todas las operaciones aeronáuticas realizadas en los cuatro aeropuertos internacionales del país (Toncontin, Ramón Villeda Morales/La Mesa, Golosón y Juan Manuel Gálvez); con este sistema se contribuye a mejorar el desarrollo de las actividades aeronáuticas del país. Para ello se llevó a cabo una investigación con un enfoque cualitativo conllevando una serie de revisiones bibliográficas, una entrevista y una encuesta internacional para identificar aspectos relevantes para el diseño de un sistema estadístico.

El proyecto se basa en el diseño, desarrollo y puesta en operación de un software sofisticado, con acceso seguro para los usuarios (personal de AIS) en los aeropuertos internacionales del Estado de Honduras, este sistema tendrá mecanismos de seguridad y control de la información ingresada, por medio de bitácoras de registro que se almacenan en bases de datos donde se interrelacionan los datos de forma ordenada para brindar información de calidad. El sistema será eXpert Statistics, el cual, funciona completamente en línea (aplicación web), a través del enlace <https://apps.cocesna.org/ARGO/pages/argo/home>; esta herramienta cuenta con un sistema de registro de usuarios, apoyado en protocolos de seguridad para salvaguardar la información, generación de datos en tiempo real en base a los requerimientos de la autoridad de aviación civil y actualmente se encuentra en proceso de implementación.

2 METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

Esta investigación posee un enfoque cualitativo, el cual, utiliza la recolección de datos sin medición numérica, para descubrir o afinar preguntas de indagación en el proceso de investigación, inquiriendo principalmente, dispersión o expansión de los datos e información, su propósito consiste en reconstruir la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente determinado. Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que busca definir las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno (Sampieri *et al.*, 2010)

Diseño

Para poder desarrollar esta investigación se realizó el siguiente proceso:

- Revisión bibliográfica, la cual, consistió en una exploración de leyes, convenios, libros, reglamentos internacionales, publicaciones y sitios web, esto con la finalidad de obtener parámetros para desarrollar el Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras.
- Se realizó una entrevista a una experta en informática, con el objetivo de obtener directrices acerca de aspectos de programación, sistemas de usuarios y seguridad web, los cuales son aspectos fundamentales de esta investigación.
- Como complemento a la revisión bibliográfica, se realizó una búsqueda en internet para encontrar sistemas similares o algún sistema estadístico aeronáutico ya existente que fuera aplicable al Estado de Honduras.
- Aplicación de una encuesta internacional, esto con la finalidad de identificar como son administrados los datos estadísticos por las Autoridades de Aviación Civil de otros países (El Salvador, Nicaragua y Costa Rica).

Técnicas e Instrumentos Aplicados

Para desarrollar esta investigación la primera actividad realizada fue una extensa revisión bibliográfica, con la finalidad de obtener los aspectos aeronáuticos más relevantes para la generación de datos estadísticos y así poder definir mecanismos para la recolección y procesamiento de datos. Seguidamente, se aplicó una entrevista a una experta en informática (ver Capítulo IV Resultados). La entrevista según Sampieri *et al.* (2010) implica que una persona calificada (entrevistador) aplica un cuestionario al participante (entrevistado), con el fin de recabar información acerca de un tema determinado.

El objetivo de aplicar esta entrevista fue recopilar información acerca de plataformas de programación, integración de plataformas locales con plataformas web, sistemas de seguridad web, sistemas de administración de usuarios e integración de módulos de programación para generar sinergias de información. La persona seleccionada para la entrevista fue un Docente experto en sistemas de información de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La persona entrevistada cuenta con el siguiente perfil académico: Licda. en Informática Administrativa, Máster en Tecnologías de la Información, Especialista en Diseño, Gestión y Evaluación Curricular y Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje.

Por último, se aplicó una encuesta internacional a las Autoridades de Aviación Civil de El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, esto con la finalidad de identificar aspectos relevantes para el diseño de un sistema estadístico acorde con los parámetros utilizados en la región Centroamericana, asimismo, identificar qué países están utilizando este tipo de sistemas para fortalecer la toma de decisiones a nivel Estatal.

3 RESULTADOS

Para realizar una mejor exposición de los resultados logrados con esta investigación, se explicarán a detalle las cuatro etapas, que, de forma gradual, desarrollaron los conceptos teóricos, hasta llegar a la aplicación de los mismos, para la obtención de un resultado tangible, el cual, a la fecha se encuentra en proceso de implementación en la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil. A continuación, se detallan cada una de las etapas:

- **Etapa 1:** Establecer los criterios para el desarrollo del primer prototipo del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, los cuales incluyen: Aspectos de Aviación Civil, Aspectos Estadísticos, Aspectos de Software, Resultados de la Entrevista y la Encuesta.
- **Etapa 2:** Diseño del primer Prototipo del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras.
- **Etapa 3:** Actualización del Prototipo del Sistema Estadístico Aeronáutico, renovación de estándares de funcionamiento, ampliación de parámetros de funcionamiento.
- **Etapa 4:** Versión final del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, creación de la Plataforma Estadística eXpert Statistics.

A. Etapa 1: Criterios de Desarrollo de la Investigación

A nivel internacional la actividad aeronáutica de los Estados es regida por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la cual es un órgano especializado de las Naciones Unidas y fue creado en 1944 tras la firma del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago); asimismo, cuenta con 191 Estados signatarios, incluyendo a Honduras a partir del 7 de mayo de 1953. Por tal razón, las regulaciones de aeronáutica civil emitidas tienen que tomar como marco de referencia las normas y métodos recomendados por la OACI (SARPS por sus siglas en inglés), así como los 19 Anexos al Convenio de Chicago, ya que la OACI realiza auditorías a los Estados signatarios por medio de la autoridad de aviación civil pertinente, esto con la finalidad de tener una red mundial de transporte aéreo eficiente y seguro (OACI, sf).

El Convenio de Chicago tiene la finalidad de regular la aviación civil internacional, previniendo que un crecimiento desregularizado de la misma le pueda ocasionar problemas a un Estado en particular; por tal razón, define criterios estándares en aspectos de: navegación aérea, vuelos sobre territorios de Estados, nacionalidad de las aeronaves, condiciones de las aeronaves, normas y métodos internacionales, así como la definición de terminología estándar, teniendo como objetivos, lograr el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil, estimular el desarrollo de aerovías y aeropuertos, satisfacer las necesidades del mundo de un transporte aéreo seguro, eficaz, regular y económico, evitar la discriminación entre Estados signatarios y promover la seguridad en vuelo en la navegación aérea internacional (OACI, 1980).

1) Aspectos de Aviación Civil

La industria aeronáutica es regida por la teoría del cambio, esta teoría fue establecida 500 años antes de Cristo por el filósofo sofista Heráclito, la cual menciona que todas las cosas aun aquellas que parecen fijas, estables y permanentes con el paso del tiempo llegan a cambiar, lo cual es aplicable hoy en día ya que el acelerado crecimiento de la aviación civil a nivel internacional hace que los Estados se vean obligados a adaptarse a los cambios, condiciones y exigencias de un mundo globalizado, porque de no hacerlo, se enfrentan a un proceso de obsolescencia e ineficacia, lo cual tiene un impacto directo en la economía de las naciones (Chiavenato, 2008).

Cabe resaltar que los conceptos utilizados en la industria aeronáutica son de aplicación internacional, por tal razón es necesario diferenciar el concepto de aeronáutica: el cual se refiere a la ciencia, diseño y construcción de aeronaves e infraestructura del transporte aéreo, de aviación: la locomoción aérea por medio de vehículos más pesados que el aire (Anguiano, 2008).

El transporte aéreo está configurado básicamente por cinco elementos: las aeronaves, que son los vehículos con capacidad para elevarse sobre la superficie y moverse en el aire, los sistemas de navegación aérea, los cuales permiten gestionar el tránsito aéreo, los aeropuertos, quienes representan la parte del sistema que da soporte físico en tierra a las operaciones aéreas, las aerolíneas, las cuales figuran como las empresas de aviación que realizan el transporte aéreo de pasajeros, equipajes y carga, por último, las regulaciones técnicas y jurídicas, estandarizadas internacionalmente, a través de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para una estricta aplicación de los Estados signatarios (Navarro, 2003).

Uno de los aspectos más importantes para la aeronáutica civil son los aeropuertos, ya que constituyen la infraestructura y soporte para el transporte aéreo, donde converge con otros medios de conducción, permitiendo el aterrizaje, despegue y movimiento en tierra de aeronaves, considerando su estacionamiento, servicio y mantenimiento, asimismo, permite el embarque y desembarque de pasajeros, carga y equipaje, todo esto concentrado en un conjunto de edificios, instalaciones y equipos, configurados en un lado aire para las operaciones aeroportuarias de las aeronaves (campo de vuelo) y un lado tierra, el cual consta con una urbanización para las vías de acceso, una zona industrial y una terminal para que los pasajeros realicen sus procesos de tramitación, circulación y espera (Anguiano, 2008). Los usuarios del aeropuerto están clasificados en tres categorías, aeronaves, pasajeros y carga. Las aeronaves son un factor influyente en el diseño y planificación de las infraestructuras aeroportuarias, ya que la envergadura de las mismas está directamente relacionada con la capacidad de servicios y el número de operaciones que el aeropuerto puede gestionar de forma eficiente y eficaz. Los pasajeros y carga en aviación civil son categorizados de acuerdo al tipo de vuelo que realizan, el cual puede ser nacional o internacional (Cruzado, 2008).

Durante las últimas dos décadas, salvo pocas excepciones, los Estados han dejado en manos de las empresas privadas la administración de las aerolíneas comerciales (este es el caso de Honduras), lo cual sumado a la liberación del transporte aéreo y la globalización económica, ha generado nuevos modelos de negocio para las compañías aéreas, entre los cuales tenemos: compañía aérea en red, la cual basa su tráfico en un alto número de pasajeros en conexión, ofreciendo una amplia red de rutas para uno o más aeropuertos hub, y compañía aérea de bajo costo: la cual compite con precios bajos, rutas y distancias cortas (medias), brindando un servicio básico con tráfico de punto a punto. Asimismo, estas formas de funcionamiento han permitido que las aerolíneas generen estructuras administrativas de integración vertical y horizontal (Benito, 2008).

Actualmente la aviación civil se rige por dos conjuntos de reglas de navegación aérea, las cuales se detallan a continuación: reglas de vuelo visual (VFR por sus siglas en inglés), esto significa que solo se pueden hacer operaciones aéreas diurnas (ocaso), con condiciones meteorológicas que le permitan al piloto ver a otros aviones en el espacio aéreo para hacer cambios en la trayectoria de vuelo, y reglas de vuelo por instrumentos (IFR por sus siglas en inglés), las cuales se basa en la interpretación de instrumentos para generar una guía de navegación, independientemente de la hora del día y las condiciones meteorológicas.

Por otra parte, la navegación aérea funciona a través del control del tráfico aéreo, el cual basa su trabajo en el plan de vuelo, teniendo la finalidad de proporcionar toda la información de las operaciones aéreas realizadas, ya que en él se detalla el designador, la matrícula, la ruta que el piloto se propone volar, autonomía del avión, número de personas a bordo, aeropuerto de destino y alternativo entre otros (Ontiveros, 2012).

En aviación civil los incidentes y accidentes son una realidad que tienen que afrontar todas las autoridades de aeronáutica civil a nivel mundial. Sin embargo, el transporte aéreo estadísticamente es el medio masivo de conducción más seguro para viajar, ya que solo se reporta un accidente por cada 1.5 millones de vuelos comerciales. En aviación civil un accidente es definido como un suceso relacionado con una aeronave, en cualquiera de las etapas de vuelo (desde el abordaje de los pasajeros y tripulantes hasta el desembarque de los mismos), en el que un ser humano sufre lesiones por hallarse en la aeronave o en contacto con cualquier parte de la misma, asimismo, cuando la aeronave sufra fallas o daños estructurales, desaparezca o esté totalmente inaccesible (Rosa M, 2012).

Otro aspecto a valorar, es la definición de incidentes en aviación civil, los cuales se consideran sucesos relacionados con la utilización de una aeronave que no lleguen a ser un accidente, en el cual se afecte o se pueda afectar la seguridad de las operaciones aeronáuticas, asimismo, existen los incidentes graves los cuales están definidos por circunstancias que determinan que casi ocurrió un accidente (OACI, 2001).

Uno de los temas de importancia para la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es el medio ambiente, ya que la aviación civil es un sector de gran crecimiento y desarrollo, mostrando una expansión del 4 al 5 % anual durante los últimos 30 años, lo cual está directamente relacionado con las emisiones de CO₂ que produce el transporte aéreo, las cuales en una situación estable aumentarían entre un 2 y 3 % al año. Para ubicar esta cifra es un contexto global, las emisiones emitidas por el sector de la aviación civil representan solo el 2 % de las emisiones de CO₂ emitidas por actividades humanas, por tal razón se están realizando investigaciones para que el desarrollo del transporte aéreo pueda seguir una ruta de crecimiento sin causar consecuencias al medio ambiente global (Benito, 2012).

2) Aspectos Estadísticos

La estadística es una ciencia que tiene que ver con la recolección, organización, presentación, análisis e interpretación de datos. A medida que el mundo cada día se vuelve más complejo, se dificulta la toma de decisiones inteligentes y bien documentadas; es en este punto donde la estadística ha demostrado ser una herramienta valiosa, proporcionando desde un panorama para realizar un análisis de inversión, hasta fortalecer la toma de decisiones a nivel Estatal, la estadística es de aplicación universal, aportando dos grandes ventajas: facilita la toma de decisiones y contribuye a la solución de problemas (Webster, 2000).

En aviación civil, los datos estadísticos representan una herramienta de información para ubicar a los Estados en un contexto global, para medir el rendimiento de los aeropuertos, identificar oportunidades

para generar proyectos de desarrollo, conocer el flujo de pasajeros y carga que son trasladados por el transporte aéreo; además, permite identificar oportunidades de mercado para el emprendimiento de empresas de aviación nacional, genera datos históricos acerca del comportamiento aeronáutico de un Estado, lo que permite identificar cual es el rumbo para generar crecimiento. Asimismo, la estadística es un factor indispensable para la planificación aeroportuaria y aeronáutica.

La regulación de los aspectos estadísticos aeronáuticos para los Estados de América Latina está a cargo de la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), la cual es una dependencia de la Organización de Aviación Civil Internacional. Actualmente existen 22 países que conforman la CLAC, incluyendo a Honduras. En vista de que el mundo de la aviación civil está creciendo cada día más, es un interés de este organismo internacional unificar los criterios utilizados para la recolección de datos estadísticos y ayudar a los países que no cuentan con procesos de compilación de información a definir variables y establecer parámetros de tiempo y forma para la recopilación de información.

Un aspecto a considerar, son las variables que establece la CLAC para el registro de información estadística, las cuales se detallan a continuación: vuelos regulares de pago (vuelos comerciales), vuelos no regulares de pago (vuelos comerciales sin itinerario), vuelos sin remuneración (vuelos privados), etapa de vuelo (movimientos en ruta), origen y destino por vuelo, de bloque a bloque (no aplica para Honduras), naturaleza del vuelo (nacional o internacional), asimismo, la CLAC establece criterios para definir las variables mencionadas, entre los criterios más relevantes están: nombre de la aerolínea, designador, fecha de operación, origen, destino, número de vuelo, tipo de vuelo, pasajeros, carga, combustible consumido, distancia recorrida, asientos ofrecidos y horarios (CLAC, 2012).

Por otra parte, la Ley de Aeronáutica Civil de Honduras determina ciertos parámetros para la captación de datos estadísticos los cuales están detallados en los siguientes artículos: Artículo 110, establece que las empresas de transporte aéreo interno e internacional están obligadas a rendir mensualmente un informe detallado de las horas de vuelo, kilómetros volados, número de pasajeros, kilos de carga transportada y demás que exijan los reglamentos respectivos; asimismo, en los Artículos 107, 108 y 118 se establecen regulaciones para los itinerarios de las aerolíneas, los cuales son un factor estadístico a controlar.

Por otra parte, el Artículo 114 numeral 2) establece que las aerolíneas para prestar servicios comerciales en Honduras deben poseer un Certificado de Explotación y uno de los requisitos es la presentación de sus estados financieros, proporcionando la información necesaria para realizar un análisis de la situación financiera de las aerolíneas nacionales e internacionales que operan en este país. (de Honduras, 2017).

3) Aspectos de Software

En el mundo actual, los sistemas de información representan una ventaja competitiva para cualquier empresa que desarrolle actividades en un sector comercial, esta ventaja está determinada por la capacidad para gestionar activos de conocimiento e información, los cuales impactan directamente en la rentabilidad, crecimiento de los ingresos e incremento de la productividad (eficiencia), generando una valoración más alta que la competencia directa, lo cual permite acceder a un segmento de mercado más amplio (Kenneth C. Laudon, 2008).

Es por esta razón que la elección de lenguajes y códigos de programación para el desarrollo de un sistema informático, representa una parte fundamental para el correcto desempeño de las funciones a programar. Por consiguiente, para el Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, se eligieron varias

plataformas de programación, enfocadas a bases de datos, objetos y aplicativos webs, asimismo, se utilizaron protocolos de encriptación y seguridad. A continuación, se detallan las plataformas y protocolos utilizados:

Visual Basic, es una plataforma de programación diseñada para la creación de aplicaciones de manera productiva, con varios niveles de seguridad y orientada a objetos, asimismo, permite a los programadores centrar los diseños en Windows, la web y aplicativos para dispositivos móviles, brindando interoperabilidad entre los lenguajes destinados a Microsoft .NET Framework ([Microsoft, sfa](#)).

ASP.NET, es la parte del framework.NET que permite desarrollar aplicaciones basadas en internet, integrando dos tecnologías completamente diferentes pero relacionadas, las cuales son Servicios Web y Web Forms, conservando la simpleza de desarrollo de aplicaciones RAD, junto con la integración de servicios web y conexión de bases de datos, con lo cual se puede enfocar la programación a las exigencias y tendencias del mundo actual ([Luna, sf](#)).

Microsoft SQL Server es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales, asimismo, cuenta con un motor de bases de datos, el cual es el servicio principal para almacenar, procesar y proteger información, por otra parte permite datos multidimensionales para crear, diseñar y administrar estructuras de datos, con herramientas que permiten implementar y administrar informes para la organización con características de programación que admiten personalizar la funcionalidad del sistema a desarrollar ([Microsoft, sfb](#)).

Todos los sistemas informáticos deben diseñarse para que sean confiables y evitar situaciones de vulnerabilidad que afecten la confiabilidad de la información y los datos. La seguridad en los sistemas de información representa un aspecto de obligación, ya que en el mundo actual existe una infinidad de amenazas; por tal razón, las funciones de criptografía HASH fueron utilizadas en esta investigación, las cuales se caracterizan por tomar un mensaje de entrada y por medio de una serie de ecuaciones matemáticas, aritméticas y lógicas; transformándolo en otro, generando una especie de huella dactilar del mensaje en cuestión ([Tena, 2003](#)).

Por otra parte, un complemento a las funciones Hash es el protocolo SSL, ya que establece un protocolo seguro de comunicación entre un cliente y un servidor independientemente del sistema operativo usado por ambas partes, asimismo, realiza sus funciones sobre el protocolo TCP y por debajo de los protocolos HTTP, IMAP, LDAP entre otros; por otra parte, puede ser utilizado por ellos de forma transparente para el usuario ([Vázquez, 2002](#)).

4) Resultados de la Entrevista y la Encuesta

La entrevista dio como resultado un conjunto de sugerencias para el desarrollo del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, entre las cuales están: la utilización de Visual Basic y ASP.NET ya que son plataformas de programación orientadas a objetos y con altos niveles de compatibilidad con el Sistema Operativo Windows, uso del protocolo Hash para crear un sistema de seguridad web confiable, asimismo, la aplicación de certificado SSL en el hosting de la página web, procurando que el hosting soporte un aplicativo programado en ASP.NET.

Por otra parte, de la aplicación de la encuesta internacional a las Autoridades de Aviación Civil de El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, se obtuvo el siguiente resultado: ninguno de los países mencionados

posee un sistema estadístico aeronáutico, aunque reconocen la importancia de la estadística para la toma de decisiones a nivel Estatal, asimismo, el método más común para el registro de datos estadísticos es Excel, seguido por SPSS. En este sentido, el Estado de Honduras está sentando un precedente al proponer un sistema pionero en el sector de aeronáutica civil. Asimismo, el Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, está diseñado de tal forma que su aplicación pueda replicarse en otro país, con la finalidad de crear en un futuro cercano una plataforma en la cual se puedan integrar los demás países centroamericanos a nivel de estadística aeronáutica. Los datos obtenidos fueron únicamente de los Estados disponibles al momento de realizar la investigación; se destaca que uno de los Estados consultados utiliza Excel y SPSS, por tal razón, se muestra un conteo equivalente a cuatro.

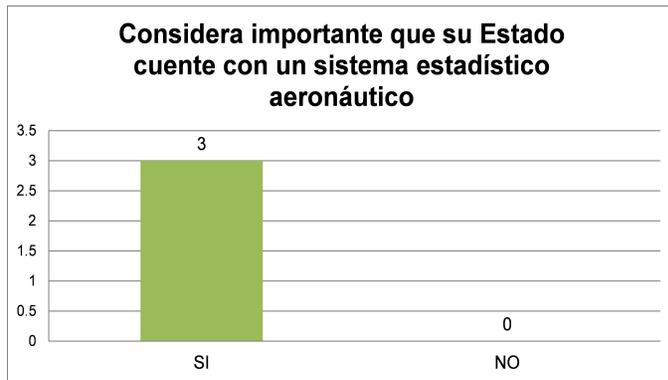


Figura 1: Encuesta P1



Figura 2: Encuesta P2



Figura 3: Encuesta P3

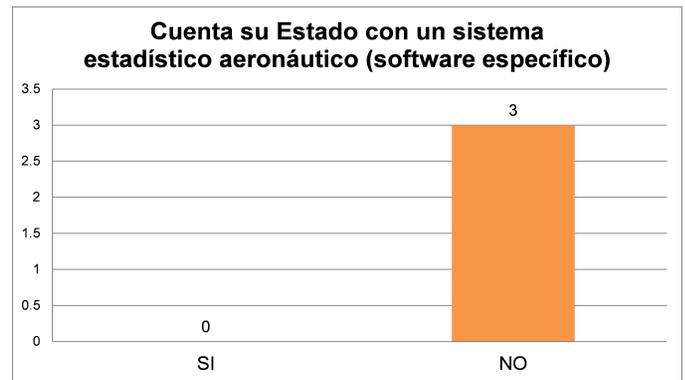


Figura 4: Encuesta P4

B. Etapa 2: Diseño del Primer Prototipo del Sistema Estadístico Aeronáutico

El Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras (SEAEH) funciona a través de 16 módulos y 40 secciones de trabajo que realizan tareas de lógica matemática, verificación de información y control sistemático de datos; asimismo, proporciona un mecanismo para el registro y gestión de información, por medio de una interacción dinámica entre los usuarios y el sistema, con la finalidad de generar sinergias de información e interrelaciones de datos, brindando resultados orientados a la excelencia. Por otra parte, cuenta con un moderno sistema de seguridad basado en privilegios y condiciones para garantizar que los usuarios realicen sus funciones de trabajo de una manera sistemática y ordenada, por medio de un Login que genera bitácoras de registro de información.



Figura 5: Pantalla de inicio



Figura 6: Presentación de módulos del SEAEH

Módulo 1: Perfil de Aerolíneas, tiene la finalidad de presentar y gestionar toda la información de las aerolíneas nacionales e internacionales que desarrollan actividades comerciales en el país, proporcionando datos que ayudan a desarrollar una eficiente relación de trabajo entre la Autoridad de Aviación Civil y los Operadores Aéreos. Una de las características más relevantes es que el Perfil de la Aerolínea contempla el registro de flotas de aviones, con esta herramienta se puede conocer cada uno de los aviones que posee una determinada aerolínea comercial.

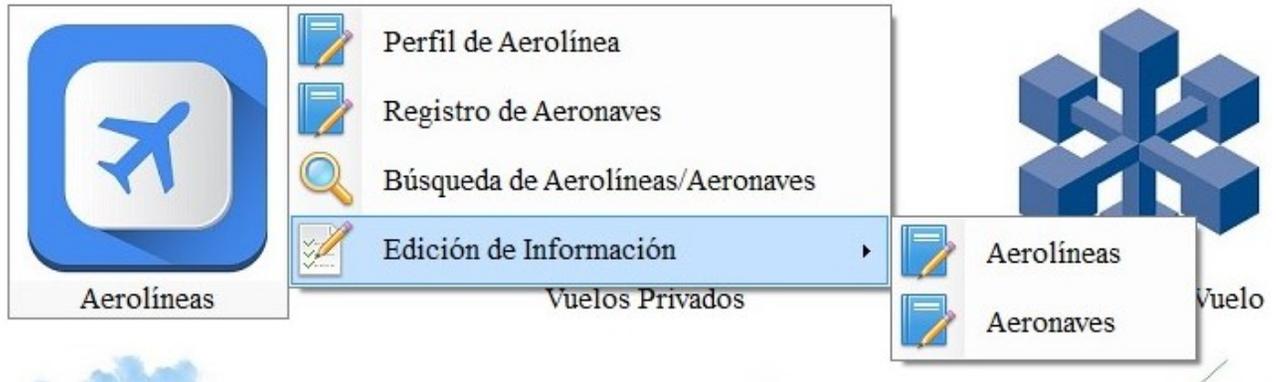


Figura 7: Secciones de Trabajo de Aerolíneas

Módulo 2: Vuelos Privados, proporciona una base de datos dinámica, la cual facilita el registro, control y búsqueda de operaciones de vuelos privados, realizados en alguno de los aeropuertos internacionales de Honduras, asimismo, esta base de datos detalla el origen, el destino, categoría, tipo de aeronave, la fecha y la matrícula de la aeronave que realizó la operación, logrando detectar operaciones nacionales e internacionales de forma simultánea en tiempo real. Por otra parte, permite realizar una búsqueda de vuelos filtrando datos, lo que genera una sinergia de información para identificar una operación en específico. Esta misma mecánica es aplicada al módulo 4: Vuelos Militares.



Figura 8: Secciones de Trabajo de Vuelos Privados y Vuelos Militares

Módulo 5: Vuelos Comerciales, facilita el control y búsqueda de operaciones de vuelo realizadas por las aerolíneas que desarrollan actividades comerciales en los aeropuertos internacionales de Honduras, registrando la información pertinente al aeropuerto de operación, designador comercial de la aerolínea, tipo de aeronave, número de vuelo, categoría, fecha y hora del vuelo, asimismo, esta información puede ser visualizada en tiempo real.



Figura 9: Secciones de Trabajo de Vuelos Comerciales

Módulo 6: Pasajeros y Carga, SEAEH proporciona un moderno instrumento para realizar el registro, gestión y consulta de los pasajeros y kilos de carga transportados por las aerolíneas que desarrollan actividades comerciales en Honduras, permitiendo conocer y clasificar estos indicadores por aerolínea, aeropuerto, mes y año, detallando pasajeros y kilos de carga entrantes y salientes, destinos y orígenes de vuelo, número de vuelo, ruta, kilómetros volados, horas, asientos disponibles y combustible consumido.

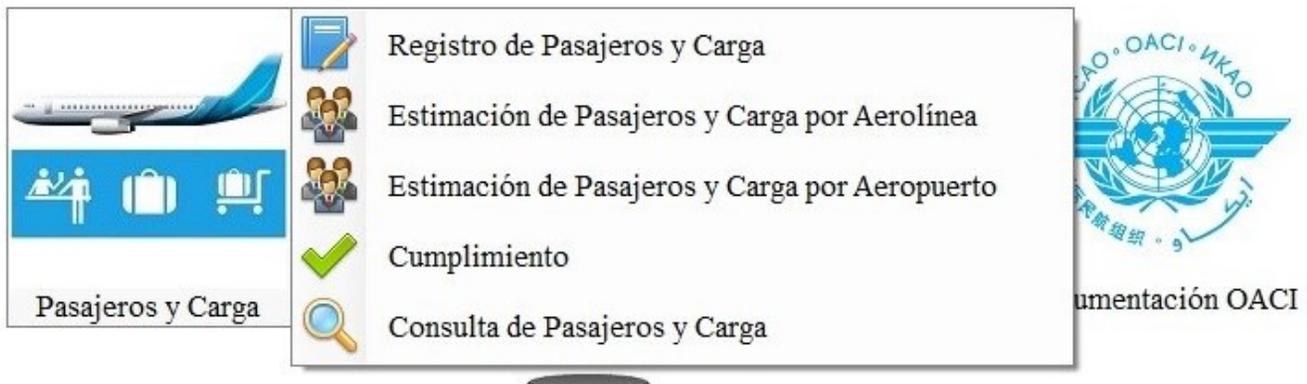


Figura 10: Secciones de Trabajo de Pasajeros y Carga

Figura 11: Registro de Pasajeros y Carga

Módulo 7: Estadística Financiera, permite realizar un análisis financiero a las aerolíneas comerciales que operan en Honduras, centrándose en cuatro áreas fundamentales: liquidez, análisis del giro comercial, solvencia, endeudamiento o apalancamiento y rentabilidad, esto basado en el Artículo 114 de la Ley de Aeronáutica Civil de Honduras, el cual indica que toda aerolínea debe presentar sus estados financieros para obtener un certificado de explotación para poder operar legalmente.



Figura 12: Secciones de Trabajo de Estadística Financiera

Módulo 8: Transporte Aéreo, gestiona todos los itinerarios de todas las aerolíneas que operan en los aeropuertos internacionales de Honduras, realizando una verificación en tiempo real del itinerario aprobado por la Autoridad de Aviación Civil Hondureña y la información suministrada por la torre de control al momento de efectuar una operación, esto permite determinar si la aerolínea cumplió con los horarios establecidos, emitiendo una alerta cuando se ha incumplido con un horario sobrepasando la curva de tolerancia definida (minutos de llegadas y salidas con retraso, entiéndase aterrizajes y despegues).

Fecha	Número de vuelo	Destino/Origen	Hora de llegada local registrada	Hora de llegada UTC registrada	Frecuencia	Hora de llegada local	Hora de llegada UTC
*							

Figura 13: Verificación de Itinerario Transporte Aéreo

Módulo 9: Movimientos en Ruta, identifica todas las rutas operadas por las aerolíneas comerciales que operan en Honduras, este módulo especifica el número de pasajeros y kilos de carga transportados en una ruta determinada, detallando las aerolíneas que operan dicha ruta, este módulo genera una sinergia de información con Pasajeros y carga.

Módulo 10: Plan de Vuelo, desarrolla una función especial en el SEAEH, la cual consiste en registrar todos los datos de las operaciones aéreas realizadas en los aeropuertos internacionales de Honduras, de forma dual, se puede realizar desde la web www.seaeh.org y en caso de que no esté disponible, desde el aplicativo local, detallando todas y cada una de las características del vuelo, con la finalidad de que los datos puedan ser visualizados en tiempo real, asimismo, genera una sinergia de datos para suministrar información a los Módulos de Vuelos Comerciales, Privados y Militares, Taxonomía de Vuelo y Transporte Aéreo. Es importante destacar que la información es captada directamente de las torres de control de los aeropuertos internacionales de Honduras siendo transmitida al instante a la Autoridad de Aviación Civil Estatal.

Fecha:
Aeropuerto: Salida/Llegadas: Categoría:
Tipo de vuelo:
Tipo de avión:
Empresa:
Matricula:
Número de vuelo:
Hora (ATD):
Destino:
Altitud (FL):
Tomas despegues:
Luces de pista:

Figura 14: Registro Web de Plan de Vuelo

Módulo 11: Medio Ambiente OACI, el SEAEH incluye la herramienta "Carbon Emissions Calculator", la cual fue desarrollada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), con la finalidad de que los Estados puedan calcular cuántos kilos de CO₂ se emiten en concepto de aviación civil. Esta herramienta está creada en Microsoft Excel y funciona como un complemento estadístico de carácter estatal.

Módulo 12: Incidentes y Accidentes de Aviación, proporciona un mecanismo de registro de información el cual está diseñado de acuerdo a los parámetros de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), esta herramienta suministra una radiografía completa de un suceso para tomar decisiones que fortalezcan la aviación civil hondureña.



Figura 15: Secciones de Trabajo de Incidentes y Accidentes en Aviación

Módulo 13: Documentos OACI, proporciona un poderoso gestor de documentación, con la finalidad de poder administrar toda la documentación que se remita al Estado de Honduras de una manera eficiente y eficaz, facilitando el cumplimiento de los parámetros de tiempo establecidos para dar respuesta a una comunicación, así como, generar un control sistemático de la información, por otra parte, permite registrar, todas las características del documento como ser: la fecha, el número de oficio, tipo de documento, el asunto, si requiere tramitación, a qué departamento está dirigido, repuesta brindada por parte del Estado y los días de gestión.

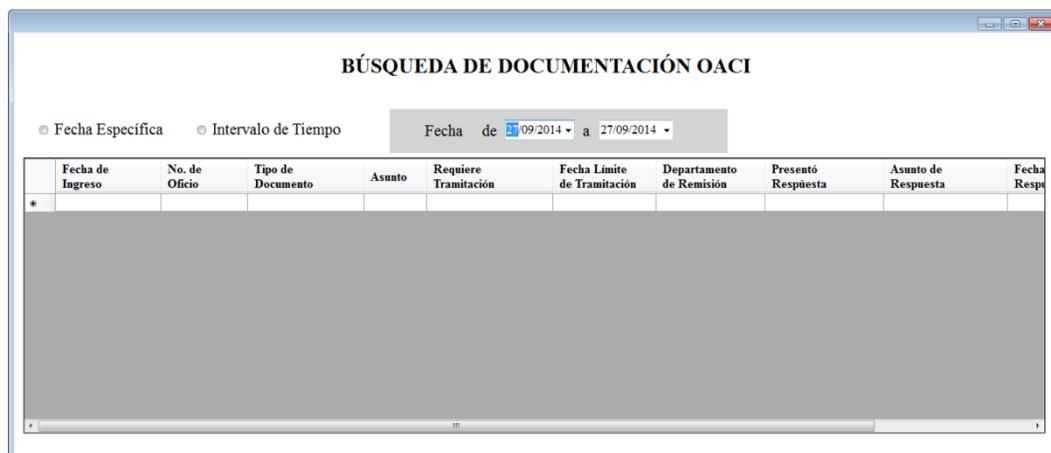


Figura 16: Búsqueda de Documentos de OACI

Módulo 14: Análisis Comparativo de Estados, registra los indicadores de número de operaciones aéreas realizadas, pasajeros y kilos de carga transportados, con la finalidad de realizar un análisis comparativo entre el Estado de Honduras y otros Estados, esto permite ubicar en un contexto global la Aviación Civil Hondureña, permitiendo tomar acciones para generar indicadores que sean competitivos a nivel regional y mundial.

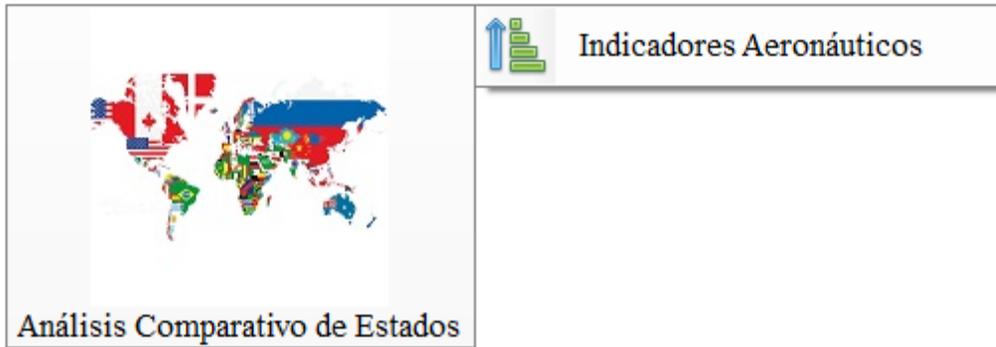


Figura 17: Sección de Trabajo de Análisis Comparativo de Estados

Módulo 15: Ayuda a Usuario, tiene la finalidad de brindar toda la asistencia posible, para generar una experiencia amigable con el usuario, proporcionando métodos y mecanismos de operación facilitando su manipulación, por otra parte, SEAEH está diseñado para presentar un esquema de trabajo simple, estético y orientado a resultados, enfocado en la eficiencia, eficacia y excelencia.

Módulo 16: Administración del Sistema, está diseñado para gestionar toda la información de las cuentas de los usuarios que utilicen este aplicativo, asignando permisos y privilegios de acuerdo a la función que realice una determinada persona, por otra parte, lleva una bitácora de todos los cambios y registros realizados por los usuarios, asimismo, posee un apartado para realizar los mantenimientos que sean necesarios.

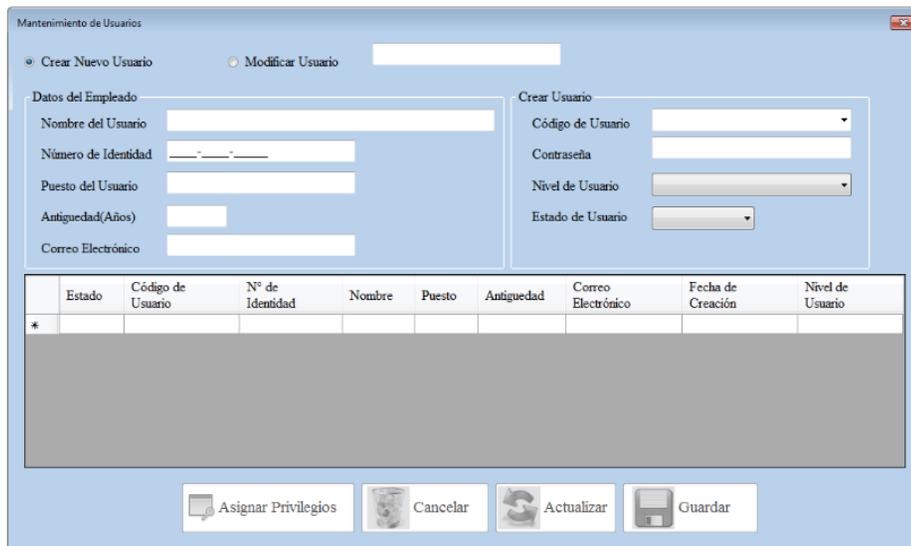


Figura 18: Creación de Usuarios

C. Etapa 3: Actualización del Prototipo

Para llegar hasta el punto del desarrollo completo del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, se tuvo que realizar una actualización completa del prototipo descrito anteriormente, esto con

la finalidad de mejorar las interrelaciones de datos, actualizar el panorama de funcionamiento e incluir nuevas aplicaciones que harían que el sistema tuviera un mejor rendimiento.

Asimismo, para continuar con el desarrollo del proyecto de ejecución del primer sistema estadístico aeronáutico para el Estado de Honduras, se realizó una profunda revisión de todos los parámetros incluidos en el primer prototipo; derivado de este análisis, se realizaron acciones concretas, en aras de perfeccionar el diseño de la herramienta, procurando que tuviera una mejor adaptabilidad a las funciones de trabajo de la institución, asimismo, se consideró mejorar el acceso al sistema, elevar el nivel de interacción de datos, mejorar la transmisión de la información y facilitar la accesibilidad a la plataforma entre otros, en este sentido se procedió a realizar las siguientes modificaciones de actualización del prototipo:

- Se eliminaron los siguientes módulos: Estadística Financiera, Documentación OACI, Análisis Comparativo de Estados, Medio Ambiente e Incidentes y Accidentes de Aviación, esto en vista que se determinó que estos módulos se manejan de forma independiente y que ninguno de los datos generados, podía disminuir la calidad de los datos estadísticos aeronáuticos que se utilizan en el Estado de Honduras. Asimismo, para cada uno de los módulos existen soluciones informáticas que pueden cumplir su función y no requerían de una integración al sistema.
- Se cambió el concepto de funcionamiento básico, esto significa que se optó por tener una plataforma completamente en línea, a la cual, se puede acceder por medio de una computadora, una tablet o un celular; esto no podía realizarse con el primer prototipo, dado que se requería de la instalación de software en una computadora de escritorio o laptop para su funcionamiento, volviendo imposible el uso de dispositivos alternativos. En este sentido el Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, actualmente es una aplicación 100 % web, que no requiere de software adicional para su funcionamiento, necesitando únicamente una conexión a internet, para acceder a todas sus funcionalidades, esto fue posible, gracias a un cambio total en el lenguaje de programación (se utilizó PYTHON en otros).
- Como una base fundamental de la aviación civil en Honduras y el mundo, se incluyó un módulo sobre Facilitación del Transporte Aéreo, este módulo permite conocer opiniones de los usuarios del transporte aéreo, en tiempo real, a través de un sofisticado sistema de encuestas, que está vinculado a los datos de vuelos y a los datos generados por el área de Transporte Aéreo.
- Como última acción se realizó una simplificación considerable de los módulos que conforman el sistema, pero sin reducir ningún tipo de funcionalidad, al contrario, se agregaron esquemas de trabajo que vuelven la aplicación más ágil, eficiente y eficaz, al automatizar aún más funciones.

D. Etapa 4: Versión Final del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, eXpert Statistics

Esta versión del Sistema Estadístico Aeronáutico del Estado de Honduras, lleva por nombre eXpert Statistics, fue desarrollada, por la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil y COCESNA, donde esta última organización, brindó su apoyo para realizar el trabajo de programación, mantenimiento, almacenamiento y soporte técnico de la aplicación web. Entre los aspectos más relevantes de la versión final están:

- El sistema eXpert Statistics se encuentra alojado en un dominio propio con altos niveles de seguridad: <https://apps.cocesna.org/ARGO/pages/argo/home>

- Los módulos que conforman la versión final del sistema son: Gestión de Vuelos, Pasajeros y Carga, Transporte Aéreo, Facilitación, Seguridad y Catálogos, ampliando a su máxima expresión las interrelaciones de datos, gestión de información, reportes y experiencia del usuario entre otros.
- Entre las ventajas competitivas de la aplicación se encuentran: disponibilidad de información en tiempo real, gestión de información directamente de las torres de control, eliminación de duplicidad de trabajo, seguridad de los datos, identificación de usuarios, integración de la información de todos los módulos, disponibilidad 24/7 en todo tipo de dispositivos informáticos (computadoras de escritorio, laptops, tablets y celulares), reducción de errores, adaptabilidad al cambio e información estratégica para la toma de decisiones.
- Esta versión del sistema permite la incorporación de nuevos aeropuertos de forma sencilla, asimismo, una vez agregado un nuevo aeropuerto, los datos de este están disponibles en tiempo real y todas las interacciones con el resto de infraestructura aeronáutica del país, se generan de forma automática.
- Cada uno de los colaboradores que desempeña una función dentro del sistema, posee un usuario y contraseña único, lo cual, permite generar una bitácora de actividades por cada persona que ingrese al sistema.

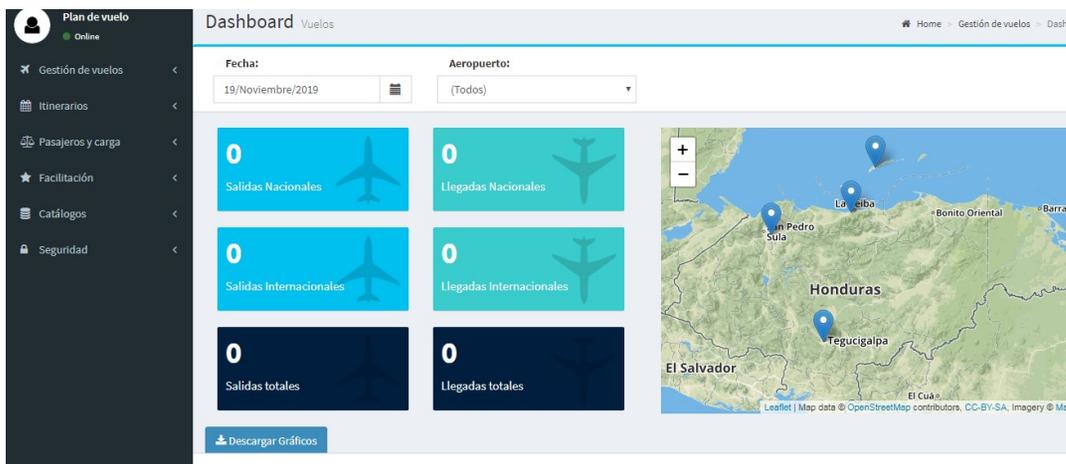


Figura 19: Panel principal eXpert Statistics

4 DISCUSIÓN

Los usuarios tienen una amplia aceptación de la plataforma, ya que actualmente todo el trabajo se realiza de forma manual, en ese sentido, automatizar el proceso representa un cambio sustancial en la forma de realizar sus funciones. El sistema con el tiempo se irá mejorando y actualizando conforme van surgiendo nuevas opciones tecnológicas que orientarán a ello.

El sistema tiene oportunidades de mejora, ya que el rubro de la aviación constantemente está en evolución y que el mismo, se ejecuta en su fase inicial, vendrán a futuro posteriores fases de desarrollo e incluso permitirá su integración con otras aplicaciones o sistemas, lo que incluirá a operadores aéreos, pilotos, pasajeros, personal técnico y operativo, entre otros.

5 CONCLUSIONES

1. El desarrollo tecnológico de los Estados, representa una forma estructurada de generar ventajas competitivas, que apoyen el desarrollo estratégico de la aviación civil, ya que brinda acceso a recursos que son fundamentales para una correcta operación de los servicios aéreos.
2. Se ha determinado que los aspectos más relevantes para la conformación de un Sistema Estadístico Aeronáutico para el Estados de Honduras son: Operaciones de Vuelo, considerando todas las interacciones que estas pueden mostrar, desde registrar vuelos nacionales, internacionales, separar aterrizajes y despegues, separar vuelos por aeropuertos y toda la taxonomía inherente a su funcionamiento; asimismo, otro aspecto a considerar es el vinculado a Transporte Aéreo, donde se complementan las interrelaciones de las operaciones de vuelo, con un sofisticado sistema de supervisión de operaciones, a través de la digitalización y automatización de todos los itinerarios de vuelo. Por otra parte, el sistema capta información de suma importancia para la autoridad de aviación civil a través de un sistema de encuestas que, el área de Facilitación, aplica directamente a los usuarios del transporte aéreo. En este sentido, se han logrado identificar todos los aspectos que son necesarios para una correcta gestión de información para la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil.
3. Los sistemas de medición y generación de datos en tiempo, ayudan a la toma de decisiones estratégicas, como un factor que fortalece las gestiones técnicas y administrativas, en todos los niveles organizaciones, desde los mandos medios, hasta la alta gerencia, proporcionando los recursos necesarios para definir estrategias que tomen en consideración el entorno actual de la aviación civil.
4. Los Estados que basan sus estrategias para el desarrollo de la aviación civil en indicadores estadísticos aeronáuticos, tienen mayores posibilidades de superar los retos de la globalización, ya que pueden identificar oportunidades de mejora y aspectos que representan fortalezas para una gestión orientada a resultados.
5. Como resultado final de esta investigación se logró el desarrollar por completo el Sistema eXpert Statistics, el cual, funciona de forma completamente web, a través del enlace <https://apps.cocesna.org/ARGO/pages/argo/home>, esta herramienta cuenta con un sistema de registro de usuarios, apoyado en protocolos de seguridad para salvaguardar la información, generación de datos en tiempo real en base a los requerimientos de la autoridad de aviación civil y actualmente se encuentra en proceso de implementación.

6 Referencias

- Anguiano, I. (2008). *Descubrir los Aeropuertos*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).
- Benito, A. (2008). *Descubrir las Compañías Aéreas*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).
- Benito, A. (2012). *Descubrir el Transporte Aéreo y Medio Ambiente*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).
- Chiavenato, I. (2008). *Innovaciones de la Administración*. McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, D.F.

CLAC (12 de junio de 2012). REUNIÓN DEL GRUPO AD HOC ENCARGADO DE DESARROLLAR UN SISTEMA ESTADÍSTICO INTEGRADO. Lima, Perú.

Cruzado, M. (2008). Descubrir la Operación de los Aeropuertos. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).

de Honduras, P. L. E. (17 de agosto de 2017). Ley de aeronáutica civil. *La Gaceta Decreto 65-2017*. Recuperado de: <http://dgachn.org/Documentos/Asesoría%20Legal/Ley%20Aeronautica%20Civil.pdf>.

Kenneth C. Laudon, J. P. (2008). *Sistemas de Información Gerencial Administración de la Empresa Digital*. Pearson, México.

Luna, F. (s.f). Red Users Comunidad de Tecnología. Recuperado de: www.redusers.com.

Microsoft (s.fa). Microsoft Developer Network. Recuperado de: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/2x7h1hfk.aspx>.

Microsoft (s.fb). Microsoft Developer Network. Recuperado de: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>.

Navarro, L. (2003). Descubrir el Transporte Aéreo. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).

OACI (1980). Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Montreal: OACI.

OACI (2001). Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación. Montreal: OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).

OACI (s.f). Sobre la OACI. Recuperado de: <http://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>.

Ontiveros, J. (2012). Descubrir el Control Aéreo. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).

Rosa M, A. C. (2012). Descubrir la investigación de Accidentes en Aviación Civil. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea).

Sampieri, R., Collado, C., y Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill, México D.F.

Tena, G. (2003). *Protocolos Criptográficos y Seguridad en Redes*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, Santander.

Vázquez, J. M. (2002). *SSL, Secure Sockets Layer y otros protocolos seguros para el comercio electrónico*. Madrid.

Webster, A. L. (2000). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. McGraw Hill., Santa Fe de Bogotá.