



## **Análisis de causalidad de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario colombiano**

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrollará un análisis de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario colombiano, determinando las principales causas de dichos retrasos. Así mismo, se tendrá en cuenta la demanda que tiene cada aeropuerto de Colombia y se realizará un estudio detallado buscando los factores de retraso que más influyen en cada aeropuerto. La metodología utilizada será cuantitativa ya que esta se centra en una estadística para el análisis de los datos recopilados en las bases de datos. De los resultados del estudio, se puede destacar los análisis que se pueden realizar, es decir, las diferentes causalidades presentadas en los aeropuertos de Colombia.

*Palabras Clave:* aeropuerto, transporte aéreo, retrasos de vuelos, vuelos programados, Colombia.

### **Abstract**

In this paper, an analysis of the delays of air flights in the Colombian airport system will be developed, determining the main causes of aforementioned delays. Likewise, the demand of each airport in Colombia will be taken into account and a detailed study will be carried out looking for the delay factors that most influence each airport. The methodology used will be quantitative since it focuses on statistics for the analysis of the data collected in the databases. From the results of the study, it is possible to highlight the analyzes that can be carried out, that is, the different causalities presented at Colombian airports.

*Keywords:* Airport, air transport, flight delay, scheduled flights, Colombia.

## Contenido

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                                | 1  |
| Abstract.....                                | 1  |
| LISTA DE TABLAS .....                        | 3  |
| LISTA DE FIGURAS .....                       | 3  |
| INTRODUCCIÓN.....                            | 5  |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....               | 6  |
| OBJETIVOS .....                              | 7  |
| General.....                                 | 7  |
| Específicos.....                             | 7  |
| JUSTIFICACIÓN.....                           | 8  |
| MARCO CONCEPTUAL .....                       | 9  |
| TRANSPORTE AÉREO .....                       | 9  |
| El aeropuerto.....                           | 10 |
| Partes del Sistema Aeroportuario .....       | 10 |
| Retrasos de los vuelos y sus causas .....    | 11 |
| Costo de los retrasos .....                  | 14 |
| Análítica de datos .....                     | 14 |
| METODOLOGÍA Y DATOS .....                    | 16 |
| Diseño metodológico.....                     | 16 |
| Tipo de Investigación .....                  | 17 |
| Datos .....                                  | 18 |
| DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO.....          | 19 |
| Códigos de Demora .....                      | 20 |
| Sistema Aeroportuario Colombiano .....       | 22 |
| Aeropuertos participantes en el estudio..... | 23 |
| RESULTADOS Y ANÁLISIS .....                  | 24 |
| CONCLUSIONES.....                            | 45 |
| REFERENCIAS .....                            | 47 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Tabla de Actividades a Desarrollar. Fuente: Autor. ....                                                                                | 18 |
| Tabla 2. Aeropuertos de Colombia con sus respectivos códigos IATA y OACI y sus coordenadas. Fuente: Autor. Adaptado de: Aerocivil códigos. .... | 24 |
| Tabla 3. Lista de códigos de demora. Fuente: Autor. ....                                                                                        | 31 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Representación esquemática de los componentes de un aeropuerto. Tomado de “Alternativas de solución para problemas de capacidad aeroportuaria”, de Herrera, A. 2006. .... | 11 |
| Figura 2. Representación esquemática de los componentes de un aeropuerto. Tomado de “Alternativas de solución para problemas de capacidad aeroportuaria”, de Herrera, A. 2006. .... | 22 |
| Figura 3. Estado de vuelos nacionales e internacionales del año 2018 en Colombia. Fuente: Autor. ....                                                                               | 25 |
| Figura 4. Estado de vuelos nacionales del año 2018 en Colombia. Fuente: Autor. ....                                                                                                 | 26 |
| Figura 5. Estado de vuelos internacionales del año 2018. Fuente: Autor. ....                                                                                                        | 27 |
| Figura 6. Códigos de demora referentes a las causalidades de los vuelos demorados en los aeropuertos de Colombia del año 2018. Fuente: Autor. ....                                  | 28 |
| Figura 7. Número (o cantidad) de demoras en la salida de los vuelos nacionales por aerolínea del año 2018. Fuente: Autor. ....                                                      | 31 |
| Figura 8. Número (o cantidad) de demoras en la salida de los vuelos internacionales demorados por aerolínea del año 2018. Fuente: Autor. ....                                       | 32 |
| Figura 9. Número (cantidad) de demoras en la salida de los vuelos Nacionales por mes en Colombia del año 2018. Fuente: Autor. ....                                                  | 32 |
| Figura 10. Número (cantidad) de demoras en la salida de los vuelos demorados internacionales por mes en Colombia del año 2018. Fuente: Autor. ....                                  | 33 |
| Figura 11. Número (cantidad) de demoras en la salida (de vuelos nacionales) de una duración de 0-29 minutos en Colombia en el año 2018. Fuente: Autor. ....                         | 34 |
| Figura 12. Número de demoras en la salida (de vuelos internacionales) de una duración de 0-29 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                                                | 34 |
| Figura 13. Número de demoras en la salida (de vuelos Nacionales) de una duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                                                    | 35 |

CÓDIGO:

NOMBRE:

VERSIÓN

FECHA EMISIÓN

D-FIC-CG-1

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

01

22-05-2020

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 14. Número de demoras en la salida (los vuelos Internacionales) de una duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                                         | 36 |
| Figura 15. Número de demoras en la salida (vuelos Nacionales) de duración superior a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                                                 | 36 |
| Figura 16. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales) de duración superior a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                                            | 37 |
| Figura 17. Número de demoras en la salida de vuelos nacionales de duración superiores a 60 minutos en los diferentes aeropuertos de Colombia del año 2018. Fuente: Autor. .... | 38 |
| Figura 18. Número de demoras en la salida de vuelos Internacionales de duración superiores a 60 minutos en los diferentes aeropuertos, año 2018. Fuente: Autor. ....           | 39 |
| Figura 19. Número de demora en la salida (de vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración de 0-29 minutos en los diferentes aeropuertos, año 2018. Fuente: Autor. ....       | 39 |
| Figura 20. Número de demoras en la salida (de vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración de 0-29 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                               | 40 |
| Figura 21. Número de demoras en la salida (de los vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                               | 41 |
| Figura 22. Número de demoras en la salida (de vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                              | 41 |
| Figura 23. Número de demoras en la salida (vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración superiores a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                               | 42 |
| Figura 24. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración superiores a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor. ....                          | 43 |
| Figura 25. Número de demora en la salida (vuelos Nacionales, por día del mes de junio 2018). Fuente: Autor. ....                                                               | 43 |
| Figura 26. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales, por día del mes de enero 2018). Fuente: Autor. ....                                                         | 44 |

## INTRODUCCIÓN

El transporte aéreo se ha catalogado a través de los años como uno de los medios de transporte más utilizados y necesarios por la sociedad, a raíz del avance en la industria de la aviación el mundo ha crecido de manera acelerada. A raíz de todo este proceso, los problemas en los retrasos aéreos se han vuelto más comunes, los cuales tienden a generar más impactos negativos en las aerolíneas debido al incremento de flujo en la cantidad de pasajeros que toman dichos vuelos (Wen-Bo Do, 2018).

El transporte aéreo colombiano representa uno de los principales factores que aporta gran parte al desarrollo y a la economía, este genera gran impacto en el turismo de las ciudades, el flujo de comercio, la inversión y el aumento de forma directa e indirecta del empleo en el país “Las aerolíneas, los operadores aeroportuarios, las empresas que operan en los aeropuertos (restaurantes, tiendas, etc.), y los proveedores de servicio de navegación aérea emplean a 71,000 personas en Colombia” (IATA, 2019).

Aunque, el transporte aéreo representa gran conectividad y beneficios para el país, también presenta unos de los mayores problemas como lo son los retrasos por diferentes factores como los operacionales. Esta problemática, en los vuelos comerciales, genera demoras en la programación de los pasajeros lo cual puede representar gastos adicionales, además de sobrecostos que se podrían originar en las aerolíneas. Las demoras que se pueden tener en la operación de cada vuelo, pueden variar, por esta razón es indispensable reconocer y analizar las causas que representan la afectación en la programación de vuelos las aerolíneas.

Entonces, el objetivo del presente proyecto será encontrar las principales causas de los retrasos en los vuelos en los aeropuertos colombianos a través del análisis y gestión de un *Big Data* relacionado y utilizando como metodología matemática de análisis cuantitativo.



## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El transporte aéreo es esencial para enlazar a los países con la economía mundial y ayudarles a mejorar su productividad para fortalecer su economía nacional; permite viajes rápidos y convenientes, incluso a áreas remotas a las que no llegan otros modos de transporte, y facilita el crecimiento económico, el comercio y las inversiones (Wiltshire y Jaimurzina, 2017,p.2).

Con el aumento de la globalización, la industria mundial de la aviación civil se ha incrementado a un ritmo acelerado, como consecuencia de un crecimiento exponencial de la demanda y poca y/o tardía respuesta en la oferta de infraestructura de los aeropuertos (sobre todo los más grandes), los problemas de retrasos en los vuelos se han convertido en un desafío mundial. A causa de estos retrasos se ha generado el mayor problema en los sistemas aeroportuarios que es la congestión, donde en los aeropuertos tiene un impacto negativo en los vuelos retrasados los cuales ponen en desorden los planes de viaje, lo que a menudo hace que los pasajeros estén insatisfechos con las aerolíneas. Además, las compañías aéreas también sufren, no sólo pagando por el desperdicio de recursos causados por retrasos, sino también aumentando la inversión para satisfacer las necesidades de los pasajeros.

Debido a lo comentado anteriormente, se planteó realizar un análisis de la causalidad de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario colombiano y como caso de estudio, se seleccionaron todos los aeropuertos de Colombia, para dar a conocer las principales causas de retrasos de cada uno de estos, teniendo en cuenta diferentes variables.



## OBJETIVOS

### General

Analizar la causalidad de las demoras de los vuelos comerciales programados, del sistema aeroportuario colombiano, utilizando para ello la metodología de analítica de datos, formulando recomendaciones que permitan la disminución en los retrasos aéreos.

### Específicos

- Evaluar la información disponible sobre el sistema aeroportuario del año 2018 de Aerocivil normalizando las BBDDs e identificando las variables relacionadas con los retrasos aéreos.
- Analizar el comportamiento de los datos, utilizando analítica, identificando y entendiendo las causas de los retrasos en los vuelos colombianos.
- Caracterizar al detalle los retrasos identificando las principales razones, o motivos, que generan retrasos, sobre todo los más relevantes (y por lo tanto más perjudiciales).



## JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, las demoras de los vuelos comerciales de pasajeros (los cuales son programados) son un verdadero problema en los grandes aeropuertos internacionales a nivel mundial, situación que se agrava cuando los aeropuertos ya están en permanente situación de congestión. Las demoras generan importantes pérdidas económicas a los operadores aéreos, molestia a los pasajeros, y problemas de gestión de la capacidad y de las operaciones para los aeropuertos. Colombia no es la excepción en este serio problema del transporte aéreo, donde sus principales aeropuertos presentan retrasos a diario y en muchas rutas, tanto nacionales como internacionales. No existen estudios (publicaciones científicas de ningún tipo) sobre los retrasos en Colombia (en especial sobre sus causas o motivos), por ello este proyecto de grado aportará valiosa información sobre la problemática a nivel local que podrá servir a los gestores aeroportuarios colombianos en lo que se refiere a la implementación de medidas para mitigar la generación de retrasos de los vuelos comerciales, sobre todo en aquellos aeropuertos en donde se verifica un mayor índice de retrasos (tanto en número como en intensidad).



---

## MARCO CONCEPTUAL

El presente marco conceptual se divide en dos partes, el primero referente al transporte aéreo, en el cual se mencionan los conceptos principales que dan un mayor entendimiento del tema a tratar y en el segundo, se presentan los enfoques de investigación usados para la analítica de datos de una Big Data.

### TRANSPORTE AÉREO

El transporte aéreo, es decir, el movimiento eficiente de las aeronaves entre los aeropuertos, es altamente dependiente de dos características clave de las operaciones de un aeropuerto: la demanda (de servicio) y la capacidad (ofrecida por el aeropuerto). Una de las principales preocupaciones de la gestión y planificación de un aeropuerto es la adecuación (en términos de capacidad) de su campo de vuelo, específicamente, su sistema de pistas, en cuanto a su capacidad para absorber y gestionar la demanda prevista de operaciones. Si la demanda de tráfico aéreo supera la capacidad instalada/ofrecida del aeropuerto, o de su espacio aéreo asociado, se presentará el fenómeno de los retrasos, causando pérdidas económicas a las compañías aéreas, molestias a los pasajeros, un aumento de la carga de trabajo para el sistema de control del tráfico aéreo del aeropuerto, y disminución de la calidad del servicio prestado por el aeropuerto, con la consiguiente pérdida de imagen, y también ciertos perjuicios económicos. El crecimiento sin precedentes de la demanda de transporte aéreo en los últimos 30-40 años ha generado situaciones en que los aeropuertos no han podido responder adecuadamente (suministrando mayor capacidad) a esta demanda (Kazda y Caves, 2015).



## El aeropuerto

Los aeropuertos suelen ser catalogados como el espacio más importante en las actividades de comercio, turismo, desarrollo y economía de un país. Estos generan grandes ingresos de manera directa e indirecta, y también son generadores de empleos en todo el territorio nacional, facilita el intercambio de bienes y servicios entre países, mejora y disminuye el tiempo de movilidad de personas o cargas, entre otros (Herrera,2016).

## Partes del Sistema Aeroportuario

La estructura del sistema aeroportuario está conformada por un espacio aéreo y la zona de servicio del aeropuerto, donde existe:

- **Lado Aire:** Área o Subsistema de Movimiento de Aeronaves:
  - ❖ Campo de Vuelos: Pistas, Calles de Rodaje, Franjas, Ayudas.
  - ❖ Plataforma: Zona de espera, Seguridad y Estacionamiento.
  - ❖ Viales y Aparcamientos de Vehículos de Servicio.
  - ❖ Instalaciones para Equipos y Vehículos de Servicio.
- **Lado Tierra:** Área de actividades Aeroportuarias, gestión de pasajeros, carga y otros agentes proveedores de servicios al aeropuerto y a empresas dentro del Aeropuerto.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

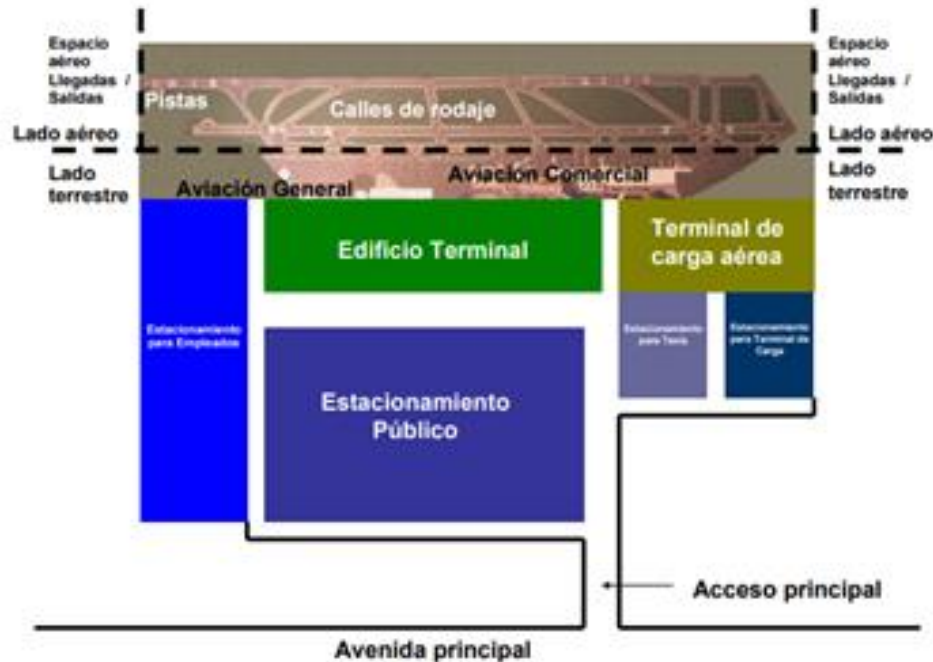


Figura 1. Representación esquemática de los componentes de un aeropuerto. Tomado de “Alternativas de solución para problemas de capacidad aeroportuaria”, de Herrera, A. 2006.

## Retrasos de los vuelos y sus causas

A lo largo de los años, los aeropuertos vienen presentando un aumento en la cantidad de aeronaves de las compañías de aerolíneas, que buscan satisfacer las necesidades del incremento de personas y cargas que se transportan a diario. Por esta razón, se ha evidenciado un crecimiento en el número de los vuelos retrasados, la congestión es una problemática que aqueja a todos los aeropuertos del mundo, generando así grandes pérdidas económicas tanto para las aerolíneas a causa del combustible, factores operacionales, entre otros, como para los usuarios, que además por su inconformidad en muchas ocasiones no vuelven a tomar un vuelo en la aerolínea que originó el retraso en sus actividades.



La falta de búsqueda a esta problemática de los retrasos, podría generar que el aeropuerto llegue a un colapso en el cual, plantear una solución tendría menor tiempo de implementación, sería más difícil de desarrollar, los costos serían mayores y podría no ser eficiente.

Unas de las propuestas más usuales para resolver esta problemática se basan en construcción de nuevos aeropuertos, pero esta solución no sería la más efectiva en cuanto al tiempo en el que se requiere mejorar el sistema. Algunos estudios señalan que aunque en el pasado esta ha sido una propuesta factible, las restricciones son ahora más numerosas, por ejemplo, las grandes dificultades para encontrar y adquirir grandes extensiones de terreno; los crecientes problemas ambientales; la oposición de comunidades locales para el desarrollo de aeropuertos (debido a los problemas de uso del suelo, ruido, y de congestión en las carreteras alrededor de los aeropuertos); y la escasez de fondos necesarios para el financiamiento de estos proyectos. (Herrera, 2016)

Otra alternativa podría estar encaminada a la ampliación de las instalaciones aeroportuarias existentes, pero esta no siempre es una solución factible, debido a los impactos medioambientales añadidos a los que ya está generando el aeropuerto existente. Algunos estudios hacen referencia a que el ruido generado por los aviones crea problemas para tomar decisiones con respecto a la disposición y capacidad del aeropuerto (Ashford et al, 2001). La evaluación correcta de los patrones de ruido futuros, para minimizar el efecto en las comunidades circundantes, es esencial para el diseño óptimo de las pistas. Una falla en este sentido puede ocasionar problemas de capacidad debido a los toques de queda y los límites máximos de exposición permisible al ruido.



Esto afectaría el área de influencia del aeropuerto al que fue diseñado, a estas problemáticas se suma que muchos aeropuertos del mundo son de carácter público y no habría recursos necesarios para dicha ampliación.

La solución más viable va más allá de esto y empieza desde la gestión de la capacidad, donde se busca que las aerolíneas cumplan con la demanda de pasajeros que se presenta y esto hacerlo por medio de un uso más eficiente de las instalaciones que dispone cada aeropuerto, ya que “el correcto funcionamiento de un aeropuerto está delimitado por la forma en que éste opera y se llevan a cabo las diferentes actividades logísticas que se realizan dentro del mismo” (Castellanos, 2014), de esta manera se busca que las actividades donde se generan retrasos sean controladas.

En los aeropuertos la capacidad se mide como las operaciones (despegues y aterrizajes) por hora que su campo de vuelo (o sistema de pistas) puede gestionar. Una sola pista de aterrizaje en un aeropuerto podría tener una capacidad de funcionamiento de 60 operaciones por hora, es decir, en el transcurso de una hora, el aeropuerto será capaz de servir aproximadamente 60 despegues y/o aterrizajes de aeronaves. En realidad, hay dos definiciones comúnmente utilizadas para describir la capacidad del aeropuerto: capacidad de rendimiento y la capacidad práctica. Capacidad de rendimiento se define como “la tasa máxima a la que las operaciones de aeronaves pueden ser gestionadas sin tener en cuenta pequeños retrasos (o demoras, que aquí significa lo mismo) que pueden ocurrir como resultado de leves incidencias (no previstas) en las operaciones o pequeños eventos aleatorios que pueden ocurrir”. La capacidad de rendimiento es la verdadera definición teórica de la capacidad y es la base para la planificación de la capacidad aeroportuaria. Capacidad práctica se entiende como “el número de operaciones que pueden ser absorbidos aceptando un máximo (permisible) de retrasos” (Ashford, Mumayis y Wright, 2011).



## Costo de los retrasos

Los retrasos causados en las aerolíneas, han aumentado en gran medida y han creado un impacto considerable en los costos monetarios que tiene cada retraso, los principales costos que se pueden llegar a ocasionar son dependiendo de la importancia de cada viaje, ya sea un viaje de trabajo o un viaje de ocio.

“En general, cuando se enfrentan con decisiones de viaje, las personas tienen un horario de llegada preferido, es decir, inicio del trabajo, una reunión o una determinada cita. Las salidas se planifican en consecuencia, teniendo en cuenta el tiempo de viaje requerido para llegar al destino. Independientemente del enfoque seguido, los retrasos generan una brecha adicional entre la salida y la llegada, lo que aumenta el tiempo de viaje y representa una fuente de pérdida en la utilidad. Esto es particularmente cierto cuando viajar se considera una demanda derivada, creada mediante la programación de múltiples actividades de una manera que requiere movimiento entre ubicaciones” (Small, 2012).

## Analítica de datos

El análisis de datos se puede llevar a cabo desde un criterio cuantitativo, cualitativo o mixto, la determinación de esto se va a basar en el tipo de datos que vayan a ser utilizados para responder al planteamiento del problema. Para el uso de datos cualitativos se tendrán estudios de casos donde se “explora una única entidad o fenómeno (“el caso”) estableciendo el tiempo y actividad (un programa, evento, proceso, o grupo social), recogiendo información detallada usando una variedad de datos durante cierto tiempo” (Reidl-Martínez, 2012), y para los datos cuantitativos “el análisis de datos casi siempre se refiere a los análisis estadísticos que se llevan a cabo para determinar si se aceptan o no las hipótesis planteadas”. (Reidl-Martínez, 2012).



La analítica de datos se puede llevar a cabo por medio de diferentes enfoques como lo son el cualitativo y cuantitativo, la elección de la metodología usada en un proyecto, se va a basar en el tipo de datos recolectados, y los resultados que se quieran obtener para responder al planteamiento del problema.

El método cualitativo según Reidl-Martínez (2012):

Utiliza conceptos y categorías emergentes en forma inductiva a lo largo del proceso de investigación, múltiples factores se influyen mutuamente, el diseño es flexible e interactivo, se privilegia el análisis en profundidad y en detalle en relación al contexto, y se busca la confianza y autenticidad. (p. 5)

Fernández (2002) señala que en este tipo de investigación “los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas”

Mientras que, en el enfoque cuantitativo se “utiliza la deducción en el diseño y la inducción en el análisis, modelos de análisis causal, operacionalización de conceptos teóricos en términos de variables, dimensiones e indicadores y sus categorías, utiliza técnicas estadísticas (Reidl-Martínez, 2012).

Hernández, Fernández y Baptista (2010) nombran que el enfoque cuantitativo “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.



## METODOLOGÍA Y DATOS

### Diseño metodológico

Teniendo en cuenta el objetivo del presente trabajo, se desarrollará un tipo de investigación cuantitativo tomando en consideración la definición dada por Hernández, Fernández y Baptista (2010) donde “el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. Para llegar a cumplir con el objetivo planteado y dar solución al problema.

El método que se utilizará para organizar y hacer la construcción del marco teórico después de haber separado y recolectado la información necesaria es por medio del método por índice general que “consiste en desarrollar, en primer lugar, un índice tentativo de éste, global o general, e irlo afinando hasta que sea sumamente específico, para posteriormente colocar la información (referencias) en el lugar correspondiente dentro del esquema” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Por medio de este método se busca que la información almacenada, sea estructurada de forma rápida y eficazmente, desarrollando así una idea concisa y clara de lo que llevará el marco teórico y su organización.

Llevando a cabo la búsqueda y revisión de referencias para el desarrollo del marco teórico, se pudo evidenciar que el tema tratado acerca de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario colombiano, posee poca información. Por lo descrito anteriormente el alcance del estudio cuantitativo que se desarrollará en el presente trabajo es de carácter exploratorio los cuales “se realizan cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (Hernández et al., 2010) y este antecede a un alcance descriptivo “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo



o población” (Hernández et al., 2010) y explicativo el cual “pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian” (Hernández et al., 2010).

### Tipo de Investigación

| Objetivo                                                                                                                                                                              | Actividad                                                                                                                                                                                                                          | Descripción                                                                                                                               | Actores                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Evaluar la información disponible sobre el sistema aeroportuario del año 2018 de Aerocivil normalizando las BBDDs e identificando las variables relacionadas con los retrasos aéreos. | Solicitar la BBDDs al director del proyecto.<br><br>Normalizar la BBDDs eliminando registros incompletos o que no tienen relación con los retrasos aéreos.<br><br>Identificar de manera general las causas de los retrasos aéreos. | Con la realización de este objetivo se busca organizar la BBDDs y familiarizarse con las causas de los retrasos aéreos de manera general. | Aerocivil, director, estudiantes. |
| Analizar el comportamiento de los datos, utilizando analítica, identificando y entendiendo las causas de los retrasos en los vuelos colombianos.                                      | Organización de las BBDDs, dadas por el director.<br><br>Identificar de manera mas específica la causalidad de los retrasos de los vuelos aéreos.                                                                                  | Con la realización de este objetivo se logra organizar e identificar las causas específicas de los retrasos de los vuelos aéreos.         | Director, estudiantes.            |
| Caracterizar al detalle los retrasos identificando las principales razones, o motivos, que generan retrasos, sobre todo                                                               | Caracterización de las BBDDs.<br><br>Solución o recomendaciones a los problemas generados por los retrasos aéreos.                                                                                                                 | Se organizan las BBDDs de tal manera que se logre dar a conocer las principales causas de los retrasos y con ello poder dar una           | Director, estudiantes.            |



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

los más relevantes (y  
por lo tanto más  
perjudiciales).

solución o  
recomendaciones para  
que se disminuyan  
estos retrasos causados.

Tabla 1. Tabla de Actividades a Desarrollar. Fuente: Autor.

## Datos

La Aerocivil genera *BIG DATA* de tráfico aéreo dando así la posibilidad de acceder a estadísticas operacionales acerca del horario en que cada aeronave tiene asignado su despegue y en qué horario se realizó esta acción, para determinar qué vuelos fueron cumplidos, cancelados o retrasados, y su debida observación y especificación a cada actividad donde se requiera. Esta información es manejada en la herramienta ofimática Excel la cual, permite la introducción de datos de tipo textual o numérico, facilitando así el empleo de la información por medio de modelos estadísticos de los cuales se realiza un análisis y se extraen conclusiones, para así intervenir en la toma de decisiones y dar soluciones eficaces a problemáticas que se visualicen en algún proceso de la entidad.

En la Big Data **BBDD 0 – Base de datos original** se encuentran datos específicos como lo son el tipo de vuelos, si son nacionales o internacionales, la aerolínea encargada de cada vuelo, su origen y destino, el número de vuelo, fecha y hora programada de salida, fecha y hora de remolque, estatus de la Aerocivil en la cual se encuentra cada vuelo, código de demora y finalmente el motivo por el cual el vuelo presentó alguna novedad.



## DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO

### Gestión de las demoras en el sistema de transporte aéreo colombiano

En Colombia la Aerocivil es la encargada del Control y Regulación de la Aviación Civil en todo el país y según el reglamento que manejan para sus pasajeros, estos tienen los siguientes derechos cuando se presentan demoras en los vuelos.

- Cuando esta sea mayor a dos horas e inferior a cuatro, se suministrará al pasajero un refrigerio y una comunicación telefónica –que no exceda los tres minutos– o por el medio más ágil disponible al lugar de destino, o al de origen en caso de conexiones, a requerimiento del pasajero.
- Cuando la demora sea superior a cuatro horas e inferior a seis, además de lo anterior, se deberá proporcionar al pasajero alimentos (desayuno, almuerzo o comida, según la hora).
- Cuando la demora sea superior a seis horas, el transportador deberá compensar al pasajero con el 25 % del valor de trayecto afectado.
- Si la demora sobrepasa las 10:00 p. m. (hora local), la aerolínea deberá proporcionarle, además, hospedaje (si no se encuentra en su domicilio) y gastos de traslado, a menos de que el pasajero acepte voluntariamente prolongar la espera cuando sea previsible que el vuelo se va a efectuar dentro de un plazo razonable.
- Si hay un cambio de vuelo, horario o en general cualquier aspecto que afecte la reserva acordada, la aerolínea o la agencia de viajes por cuyo conducto se haya efectuado la reserva, deberá informar este hecho al pasajero a más tardar cuatro horas antes de que se produzca el vuelo.



- Si la aerolínea decide cancelar el vuelo, teniendo el pasajero reserva confirmada, sin que se hubiese reintegrado el precio del pasaje, se le pagarán gastos de hospedaje y transporte.

### Códigos de Demora

Teniendo en cuenta las demoras registradas en los aeropuertos de Colombia, la Aerocivil como finalidad de unificación del sistema para la medición del cálculo de los índices de cumplimiento aerocomerciales de las aerolíneas regulares que operan en el país, el cual describe las posibles causas para que un vuelo sea registrado como demorado, en el “Anexo 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de itinerario”, se puede evidenciar que estos códigos van de 01 al 98 y acompañados de estos códigos se logra observar las principales causas de retraso operacionales, las cuales son:

- **Internas:** Estas causas de retraso están categorizadas por demoras internas Nacionales e Internacionales, vuelos borrados (aquellos vuelos que fueron cancelados y no fueron notificados), seguridad interna, chequeo tardío (aceptación de pasajeros después de la hora límite o congestión en el área de los mostradores), error de chequeo, sobreventa, abordaje, procesamiento de equipaje, errores en la documentación, cargue y descargue de las maletas o de la mercancía, limpieza del avión, control de salidas (falla en el sistema de reservas y/o check-in).
- **Externas:** Estas causas se categorizan por clientes incontrolables, no disponibilidad de puertas de embarque, desabastecimiento de combustible por falta de proveedor, daños durante operaciones de vuelo (impacto con aves, rayos, turbulencia, aterrizaje duro), fallas en sistemas automatizados, abordaje tardío de la tripulación de cabina, no disponibilidad de estacionamiento de aviones, conexión de carga o equipaje de otro vuelo o aerolínea, error de chequeo de pasajeros o equipaje.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

Otras posibles causas de retraso encontrados en este anexo son las causas Incontrolables las cuales se dan únicamente a nivel Externo, las cuales son: Condiciones climáticas adversas en el aeropuerto de origen o de destino, remoción de hielo o nieve del avión o aplicación de agente anticongelante, medidas de seguridad mandatorias aplicadas regularmente por las autoridades, restricción en el aeropuerto de origen o destino, movimiento sindical dentro y fuera de la compañía.

## Sistema Aeroportuario Colombiano



Figura 2. Representación esquemática de los componentes de un aeropuerto. Tomado de “Alternativas de solución para problemas de capacidad aeroportuaria”, de Herrera, A. 2006.

CÓDIGO:

NOMBRE:

VERSIÓN

FECHA EMISIÓN

D-FIC-CG-1

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

01

22-05-2020

### Aeropuertos participantes en el estudio

| Nº | Aeropuerto                                      | Ciudad                 | Código IATA | Código OACI |
|----|-------------------------------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 1  | Aeropuerto Reyes Murillo                        | Nuquí, Chocó           | NQU         | SKNQ        |
| 2  | Aeropuerto Mandinga                             | Condoto, Chocó         | COG         | SKCD        |
| 3  | Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón | Palmira                | CLO         | SKCL        |
| 4  | Aeropuerto Alfonso López Pumarejo               | Valledupar             | VUP         | SKVP        |
| 5  | Aeropuerto Camilo Daza                          | Cúcuta                 | CUC         | SKCC        |
| 6  | Aeropuerto El Caraño                            | Quibdó, Chocó          | UIB         | SKUI        |
| 7  | Aeropuerto El Dorado                            | Bogotá                 | BOG         | SKBO        |
| 8  | Aeropuerto Ernesto Cortissoz                    | Barranquilla           | BAQ         | SKBQ        |
| 9  | Aeropuerto José María Córdova                   | Medellín               | MDE         | SKRG        |
| 10 | Aeropuerto Morela                               | Puerto Berrio          | PBE         | SKPR        |
| 11 | Aeropuerto Alí Piedrahita                       | Urrao                  | URR         | SKUR        |
| 12 | Aeropuerto Alberto Jaramillo Sánchez            | Otú                    | OTU         | SKOT        |
| 13 | Aeropuerto el Pindo                             | Montelíbano            | MTB         | SKML        |
| 14 | Aeropuerto Internacional Gustavo Rojas Pinilla  | San Andrés             | ADZ         | SKSP        |
| 15 | Aeropuerto el Embrujo                           | Providencia            | No Tiene    | SKPV        |
| 16 | Aeropuerto Golfo de Morrosquillo                | Tolú                   | TLU         | SKTL        |
| 17 | Aeropuerto Hicaritama                           | Aguachica, Cesar       | HAY         | SKAG        |
| 18 | Aeropuerto San Bernardo                         | Santa Cruz de Mompox   | MMP         | SKMP        |
| 19 | Aeropuerto Baracoa                              | Magangué               | MGN         | SKMG        |
| 20 | Aeropuerto Las Flores                           | El Banco, Magdalena    | ELB         | SKBC        |
| 21 | Aeropuerto Flaminio Suarez Camacho              | Guaymaral              | GAA         | SKGY        |
| 22 | Aeropuerto Juan José Rondon                     | Paipa                  | PAI         | SKPA        |
| 23 | Aeropuerto Tres de Mayo                         | Puerto Asis, Putumayo  | PUU         | SKAS        |
| 24 | Aeropuerto Contador                             | Pitalito, Huila        | PTX         | SKPI        |
| 25 | Aeropuerto Alfredo Vásquez Cobo                 | Leticia, Amazonas      | LET         | SKLT        |
| 26 | Aeropuerto Santiago Vila                        | Flandes, Tolima        | GIR         | SKGI        |
| 27 | Aeropuerto Eduardo Falla Solano                 | San Vicente del Caguán | SVI         | SKSV        |
| 28 | Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla                | Tunja                  | No Tiene    | SKTJ        |
| 29 | Aeropuerto Navas Pardo                          | Chaparral, Tolima      | CPL         | SKHA        |
| 30 | Aeropuerto Cananguchal                          | Villagarzón, Putumayo  | VGZ         | SKVG        |
| 31 | Aeropuerto Benito Salas                         | Neiva                  | NTA         | SKNV        |

CÓDIGO:

NOMBRE:

VERSIÓN

FECHA EMISIÓN

D-FIC-CG-1

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

01

22-05-2020

|    |                                       |                    |     |      |
|----|---------------------------------------|--------------------|-----|------|
| 32 | Aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes | Florencia, Caquetá | FLA | SKFL |
| 33 | Aeropuerto Vanguardia                 | Villavicencio      | VVC | SKVV |
| 34 | Aeropuerto el Alcaraván               | Yopal, Casanare    | EYP | SKYP |
| 35 | Aeropuerto German Olano               | Puerto Carreño     | PCR | SKPC |
| 36 | Aeropuerto Fabio Alberto León Bentley | Mitú, Vaupés       | MVP | SKMU |
| 37 | Aeropuerto Santiago Pérez Quiroz      | Arauca             | AUC | SKUC |
| 38 | Aeropuerto Aguas Claras               | Ocaña              | OCV | SKOC |
| 39 | Aeropuerto Los Colonizadores          | Saravena           | RVE | SKSA |
| 40 | Aeropuerto Cravo Norte                | Arauca             | RAV | SKCN |
| 41 | Aeropuerto El Troncal                 | Arauquita          | ARQ | SKAT |
| 42 | Aeropuerto Antonio Nariño             | Pasto              | PSO | SKPS |
| 43 | Aeropuerto Juan Casiano Solís         | Guapi, Cauca       | GPI | SKGP |
| 44 | Aeropuerto Gustavo Vargas Santos      | Tame               | TME | SKTM |
| 45 | Aeropuerto Guillermo León Valencia    | Popayán            | PPN | SKPP |
| 46 | Aeropuerto La Florida                 | Tumaco             | TCO | SKCO |
| 47 | Aeropuerto el Edén                    | Armenia            | AXM | SKAR |
| 48 | Aeropuerto San Luis                   | Ipiales            | IPi | SKIP |
| 49 | Aeropuerto Gerardo Tovar López        | Buenaventura       | BUN | SKBU |

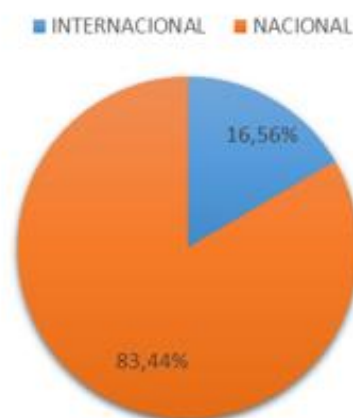
Tabla 2. Aeropuertos de Colombia con sus respectivos códigos IATA y OACI y sus coordenadas. Fuente: Autor.  
Adaptado de: Aerocivil códigos.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente trabajo se centra en un análisis matemático cuantitativo del comportamiento de las principales causas de los retrasos de los vuelos en los aeropuertos colombianos a través del análisis y gestión de un Big Data del año 2018 proporcionada por la Aeronáutica Civil. En esta base de datos llamada **BBDD 0 – Base de datos original**, se tiene registro de la información de los vuelos durante dicho año, así como vuelos que tuvieron un estatus cumplido, retrasado, adelantado y cancelado sin importar con la capacidad que cada aeropuerto cuenta, incluyendo las características del vuelo, condiciones operativas y climáticas.

En la Big Data se encuentra el estado de los vuelos de todas las aerolíneas que operan en todos los aeropuertos de Colombia, esta base de datos está agrupada por aerolínea, origen, destino, número de vuelo, fecha programada, fecha de salida, hora programada, hora de salida, código de demora y motivo de la demora.

El inicio de este proyecto es realizar la depuración de la **BBDD 0 – Base de datos original**, para así poder llegar al tema central que son los retrasos en los aeropuertos, la base tiene 354.625 registros lo que se compone de las salidas (o despegues) de todos vuelos internacionales y nacionales, los cuales hacen alusión a registros en el reporte completo de las aerolíneas con operación en todos los aeropuertos de Colombia abiertos al tráfico comercial, el cual indica el estado de los vuelos en el año 2018, luego de realizar este procedimiento, se obtiene una nueva Big Data denominada **BBDD 1 – Base de datos original (organizada)**. Lo primero que se hizo en esta fase fue realizar la inspección del Tráfico, se procedió a eliminar los datos internacionales de la Big Data el cual equivale al 16,56% de los vuelos, por la tanto se creó la nueva base **BBDD 2 – Vuelos Nacionales** con los que se va a trabajar los cuales equivalen al 83,44%.



*Figura 3. Estado de vuelos nacionales e internacionales del año 2018 en Colombia. Fuente: Autor.*



Se procede a verificar cada dato de la Big Data, en el cual se revisó la nomenclatura de cada una de estas según el código IATA de cada aeropuerto, se procede a revisar las fechas y las horas de los vuelos para corroborar que el estado del mismo se encuentre correctamente, se observa que la relación entre fecha y hora programada y de remolque en algunos casos no coinciden con el estado del vuelo y por lo tanto se debe proceder a cambiar el status del vuelo.

Se realiza la depuración de los datos a eliminar, los cuales serán los vuelos cumplidos que equivalen al (64%); cabe aclarar que los vuelos cumplidos son aquellos que cuentan con demoras inferiores a 15 minutos con respecto a la hora de salida programada por cada aerolínea, los vuelos adelantados al (2.59%) y los vuelos cancelados al (5.75%) que salieron en el año 2018 de los diferentes aeropuertos del país.

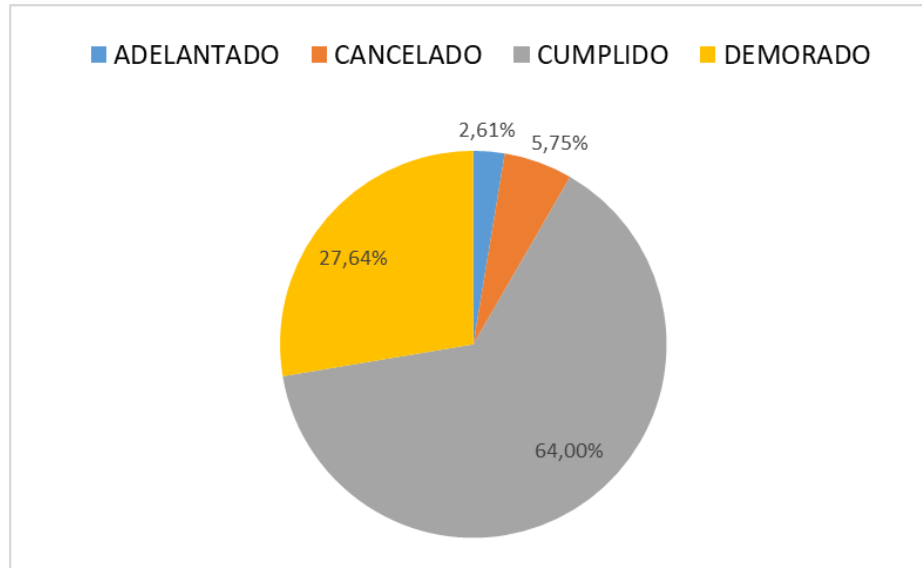


Figura 4. Estado de vuelos nacionales del año 2018 en Colombia. Fuente: Autor.



Se realiza la depuración de los datos a eliminar en la **BBDD 1 – Vuelos Internacionales**, los cuales serán los vuelos cumplidos que equivalen al (31.18%); cabe aclarar que los vuelos cumplidos son aquellos que cuentan con demoras inferiores a 15 minutos en relación a la hora de salida programada por cada aerolínea, los vuelos adelantados al (42.21%) y los vuelos cancelados al (4.20%) que salieron en el año 2018 de los diferentes aeropuertos del país.

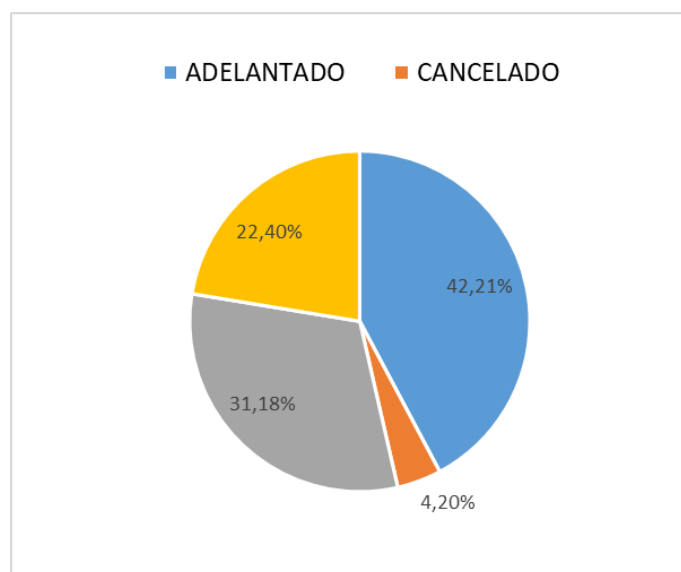


Figura 5. Estado de vuelos internacionales del año 2018. Fuente: Autor.

Finalmente se trabaja sobre la nueva Big Data a la cual nombramos **BBDD 3 – Vuelos Nacionales (demorados)**, en la cual se empezó con el análisis del motivo de las demoras, teniendo en cuenta el anexo 1. A continuación, en la figura 6 se muestran los códigos de demora referentes a las causalidades presentadas por los vuelos demorados en los aeropuertos de Colombia en el año 2018.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

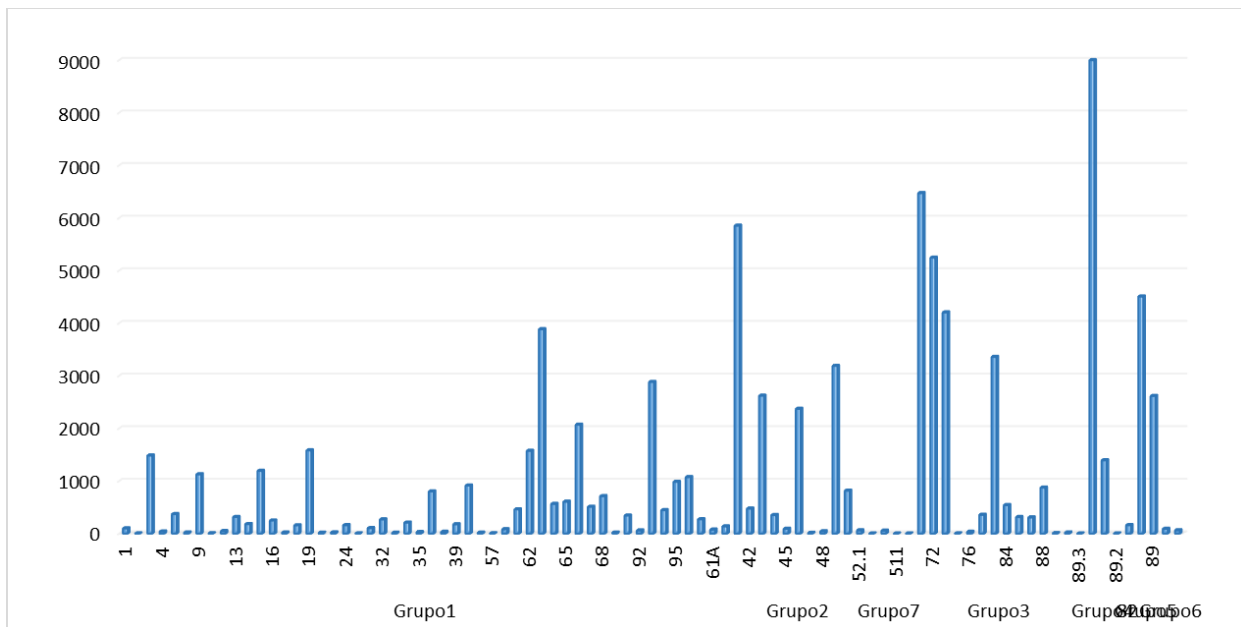


Figura 6. Códigos de demora referentes a las causalidades de los vuelos demorados en los aeropuertos de Colombia del año 2018. Fuente: Autor.

En esta Big Data se evidencian los códigos de demora de IATA los cuales se observan en grupos definidos como: Operacionales, técnicas, incontrolables, RAC, COM, AGA, cada grupo con su código respectivo y el total de datos pertenecientes a cada uno. Cabe aclarar que en la base de datos se encontraron códigos que no se nombran en la tabla 3 y vuelos que presentan demoras de los cuales no se encuentra referenciado el motivo. Adicionalmente, en la tabla 3 se puede observar de manera más clara todos los códigos de demora existentes y junto con ellos el motivo de la demora de cada código. Así mismo, se puede observar que el código que más retrasos generó es el N°81 con un total de 8.996 vuelos demorados, lo que este significa (ATFM – Air Traffic Flow Management) y esto quiere decir que se generan restricciones por control de tráfico aéreo lo que ocasiona que el vuelo no llegue a la hora estipulada en el itinerario.

CÓDIGO:

NOMBRE:

VERSIÓN

FECHA EMISIÓN

D-FIC-CG-1

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

01

22-05-2020

| Código | Motivo de demora                                                     |
|--------|----------------------------------------------------------------------|
| 1      | Excesivo tiempo de rodaje de la aeronave (salida nac.).              |
| 2      | Demoras en áreas operativas (salida intl.).                          |
| 3      | Incontrolables imputable a gestión con pasajeros.                    |
| 4      | Vuelos cancelados (no comercializados por la aerolínea).             |
| 5      | Seguridad interna (relacionada con pasajeros).                       |
| 6      | No disponibilidad de puestos de estacionamiento en plataforma.       |
| 9      | Error en el tiempo de tránsito declarado en el itinerario.           |
| 11     | Facturación (check-in) tardía aceptada por la aerolínea.             |
| 12     | Facturación (check-in) tardía por congestión en área de mostradores. |
| 13     | Error de facturación (de pasajeros y/o equipaje).                    |
| 14     | Sobreventa de pasajes / errores en las reservas de pasajes.          |
| 15     | Problemas en el embarque de los pasajeros.                           |
| 16     | Problemas en la gestión de servicios a pasajeros ya embarcados.      |
| 17     | Errores en la gestión del catering.                                  |
| 18     | Procesamiento de equipaje.                                           |
| 19     | Embarque de pasajeros con movilidad reducida.                        |
| 21     | Documentación (vuelo, tipo de carga, etc.).                          |
| 22     | Gestión de la carga a embarcar.                                      |
| 23     | Documentación y gestión de la carga embarcada.                       |
| 24     | Embalaje inadecuado de la carga.                                     |
| 25     | Sobreventa de carga aérea.                                           |
| 26     | Demoras en el almacén de carga aérea.                                |
| 27     | Documentación incorrecta en el embarque de correo postal.            |
| 28     | Demoras en el embarque del correo postal.                            |
| 29     | Aceptación tardía de correo postal.                                  |
| 31     | Error en la documentación del avión y del vuelo.                     |
| 32     | Demoras en la gestión del embarque/desembarque de carga aérea.       |
| 33     | Fallas en el equipo de embarque de la carga aérea.                   |
| 34     | Fallas en los equipos de asistencia de la aeronave en plataforma.    |
| 35     | Mala gestión en la limpieza (interior) del avión.                    |
| 36     | Problemas en el suministro de combustible al avión.                  |
| 36.1   | No disponibilidad de combustible para el avión.                      |
| 37     | Entrega tardía del catering.                                         |
| 38     | Problemas con los contenedores de carga aérea.                       |
| 39     | Problemas técnicos con los equipos de apoyo en plataforma.           |
| 41     | Problemas técnicos de la aeronave.                                   |
| 42     | Entrega tardía del avión para su mantenimiento programado.           |
| 43     | Mantenimiento del avión no programado.                               |



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

- 
- |      |                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 44   | Demora de una reparación técnica del avión.                                     |
| 45   | Demora en el inicio de una reparación técnica del avión.                        |
| 46   | Cambio de aeronave por razones técnicas.                                        |
| 47   | No disponibilidad de avión de reemplazo.                                        |
| 48   | Ajustes de configuración de la aeronave.                                        |
| 51   | Daños en el avión durante el vuelo.                                             |
| 52   | Daños del avión durante las operaciones en tierra.                              |
| 52.1 | Problemas sufridos por el avión en operaciones en tierra.                       |
| 55   | Fallas en el control de salida.                                                 |
| 56   | Fallas en la preparación de la carga aérea.                                     |
| 57   | Problemas con el plan de vuelo.                                                 |
| 58   | Fallas en los sistemas automatizados del aeropuerto.                            |
| 61   | Errores con el plan de vuelo.                                                   |
| 61A  | Problemas diversos con el plan de vuelo.                                        |
| 62   | Gestión demorada de requerimientos operacionales.                               |
| 63   | Embarque tardío de la tripulación.                                              |
| 64   | Faltante de tripulación técnica (pilotos).                                      |
| 65   | Gestión de tripulación técnica (pilotos).                                       |
| 66   | Problemas en el embarque de la tripulación.                                     |
| 66A  | Problemas diversos con la tripulación del avión.                                |
| 67   | Faltante de tripulación de cabina.                                              |
| 68   | Problemas en la actividad de la tripulación de cabina en el avión.              |
| 69   | Inspección de seguridad del avión no rutinaria.                                 |
| 71   | Condición climática adversa en aeropuerto de salida.                            |
| 72   | Condición climática adversa en aeropuerto de destino.                           |
| 73   | Condición climática adversa en aeropuerto alternativo de destino o en ruta.     |
| 75   | Deshielo del avión.                                                             |
| 76   | Remoción de hielo, nieve, granizo, arena, etc en la pista.                      |
| 77   | Demoras en actividades en plataforma debido a la mala meteorología.             |
| 81   | Demoras imputables a ATFM por problemas diversos.                               |
| 82   | Demoras imputables a ATFM en ruta.                                              |
| 83   | Demoras imputables a ATFM en aeropuerto de destino.                             |
| 84   | Demoras imputables a ATFM en aeropuerto de destino por meteorología.            |
| 85   | Medidas de seguridad mandatorias.                                               |
| 86   | Inmigración, aduana, sanidad.                                                   |
| 87   | Deficiencia en instalaciones aeroportuarias.                                    |
| 88   | Restricciones operativas en aeropuerto de destino.                              |
| 89   | Restricciones operativas en aeropuerto de origen.                               |
| 89.1 | Restricciones operativas en aeropuerto de origen (problemas varios).            |
| 89.2 | Restricciones operativas en aeropuerto de origen (problemas de comunicaciones). |
| 89.3 | Restricciones operativas en aeropuerto de origen (incontrolables).              |



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

|             |                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>91</b>   | Conexión de carga o equipaje tardía.                              |
| <b>91.1</b> | Mala gestión de la conexión de carga o equipaje.                  |
| <b>92</b>   | Error continuado en la facturación de pasajeros y/o equipajes.    |
| <b>92.1</b> | Problemas técnicos en la facturación de pasajeros y/o equipajes.  |
| <b>93</b>   | Rotación de la aeronave demorada o tardía.                        |
| <b>94</b>   | Rotación de la tripulación de cabina demorada.                    |
| <b>95</b>   | Rotación de la tripulación de cabina en espera de vuelo demorado. |
| <b>96</b>   | Control de operaciones.                                           |
| <b>97</b>   | Problemas sindicales dentro de la compañía.                       |
| <b>98</b>   | Problemas sindicales fuera de la compañía.                        |

Tabla 3. Lista de códigos de demora. Fuente: Autor.

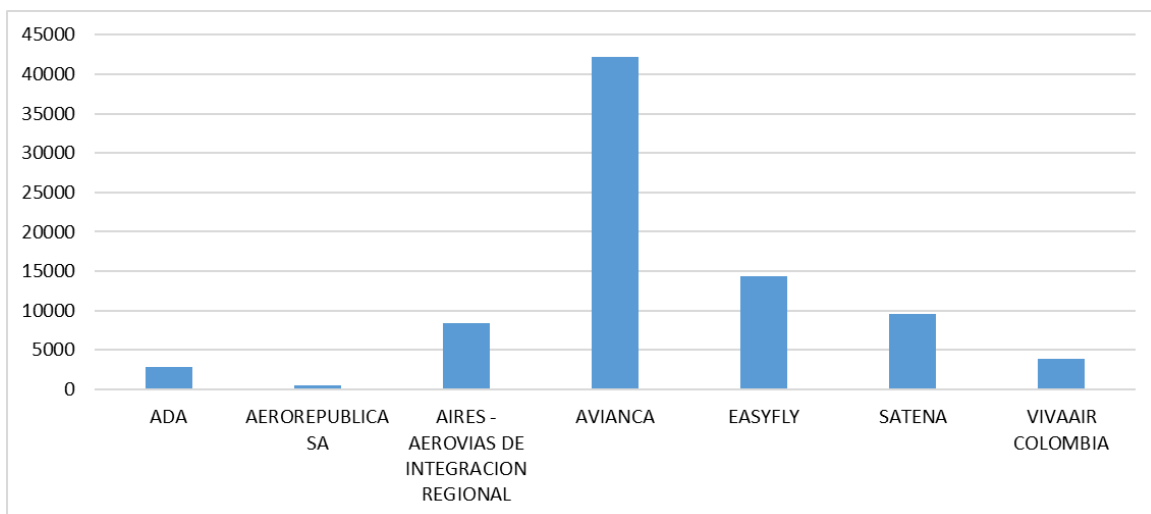


Figura 7. Número (o cantidad) de demoras en la salida de los vuelos nacionales por aerolínea del año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

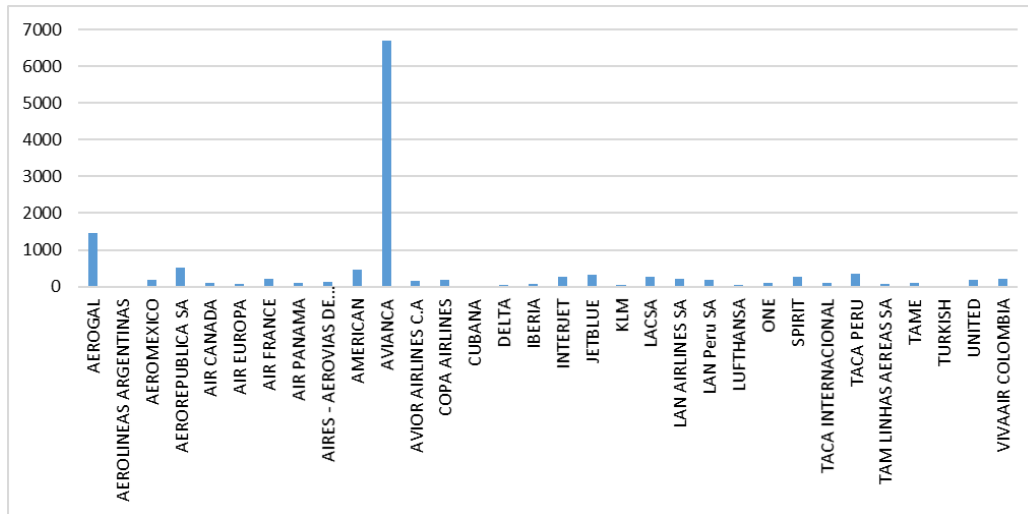


Figura 8. Número (o cantidad) de demoras en la salida de los vuelos internacionales demorados por aerolínea del año 2018. Fuente: Autor.

En la gráfica se puede evidenciar todas las aerolíneas que durante el año 2018 realizaron vuelos nacionales en Colombia y así mismo se observa que durante todo el año Avianca fue la aerolínea que más demoras tuvo con un total de 42.236 vuelos demorados y en la figura 8 se observa que sucedió el mismo caso con Avianca siendo así la aerolínea con más vuelos demorados internacionales obteniendo un total de 6.684.

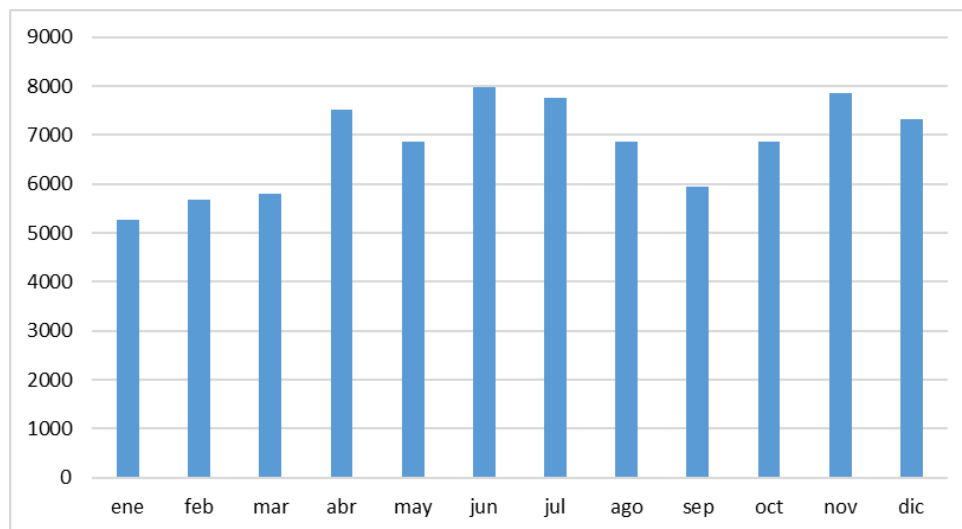


Figura 9. Número (cantidad) de demoras en la salida de los vuelos Nacionales por mes en Colombia del año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

En la figura de vuelos demorados Nacionales por mes, se logra evidenciar que los meses que más demoras obtuvieron fueron, junio con un total de 7.992 vuelos, después le sigue el mes de noviembre con un total de 7.868 vuelos y para finalizar el mes de Julio con un total de 7.756 vuelos demorados año 2018.

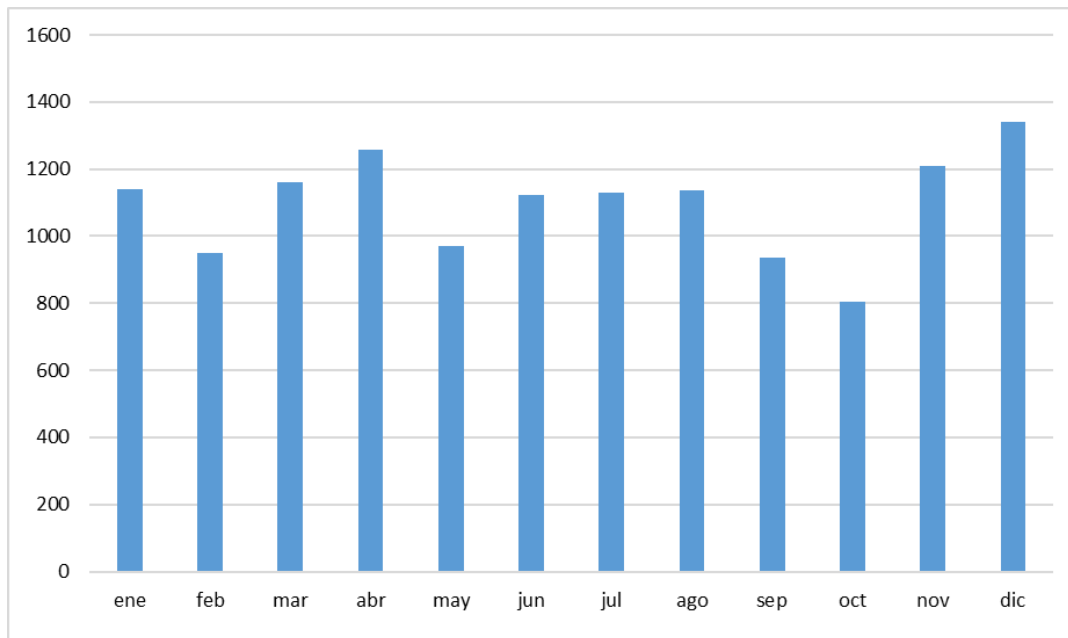


Figura 10. Número (cantidad) de demoras en la salida de los vuelos demorados internacionales por mes en Colombia del año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 10 se evidencia los meses que más demoras se obtuvieron internacionalmente y los cuales fueron en primer lugar Diciembre con un total de 1.340 vuelos y en segundo lugar Abril con un total de 1.257 vuelos demorados del año 2018.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

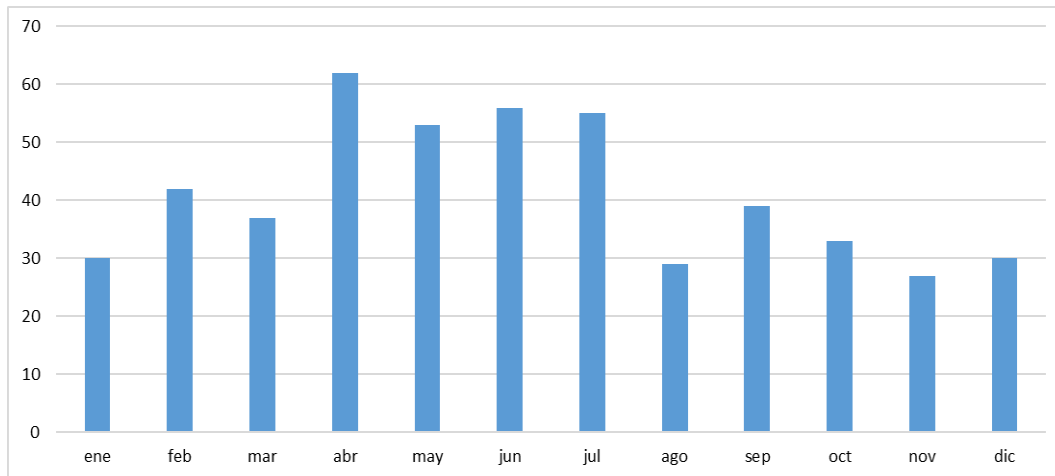


Figura 11. Número (cantidad) de demoras en la salida (de vuelos nacionales) de una duración de 0-29 minutos en Colombia en el año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 11 se puede observar las demoras en la salida de los vuelos Nacionales por meses de 0 a 29 minutos en Colombia durante el año 2018, se evidencia que en el mes de abril se presentó un total de 62 vuelos demorados en este intervalo de tiempo. También se observa que en los meses de junio se presentaron 56 vuelos demorados y en julio 55 vuelos, para un total de 493 vuelos demorados durante todos los meses del año de 2018.

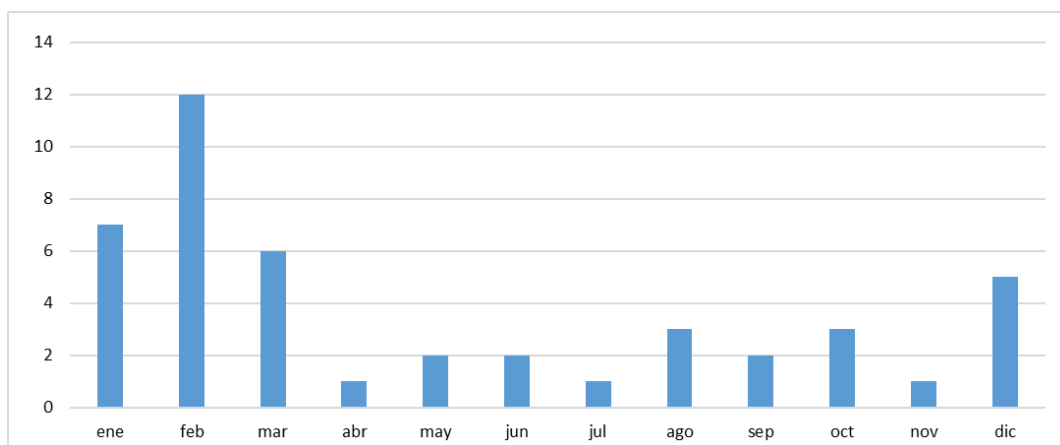


Figura 12. Número de demoras en la salida (de vuelos internacionales) de una duración de 0-29 minutos, año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

En esta figura se observan las demoras en la salida de los vuelos Internacionales por meses de 0 a 29 minutos en Colombia durante el año 2018, se observa que en el mes de febrero se presentó un total de 12 vuelos demorados en este intervalo de tiempo. También se observa que en los meses de abril, julio y noviembre solamente se registró 1 vuelo demorado durante todos los meses del año de 2018.

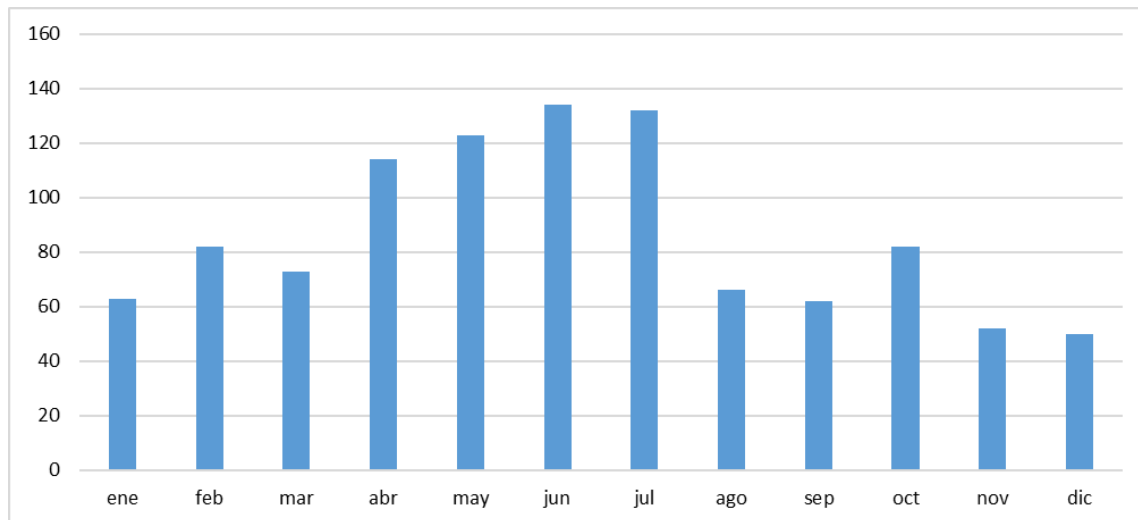


Figura 13. Número de demoras en la salida (de vuelos Nacionales) de una duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 13 se encuentran las demoras en las salidas de los vuelos Nacionales por meses de 30 a 60 minutos y se observa que el mes de junio tuvo 134 vuelos y le siguió julio con 132 vuelos demorados en este lapso de tiempo y los meses con menos demoras fueron noviembre con 52 vuelos y diciembre con 50 vuelos demorados durante todo el año de 2018.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

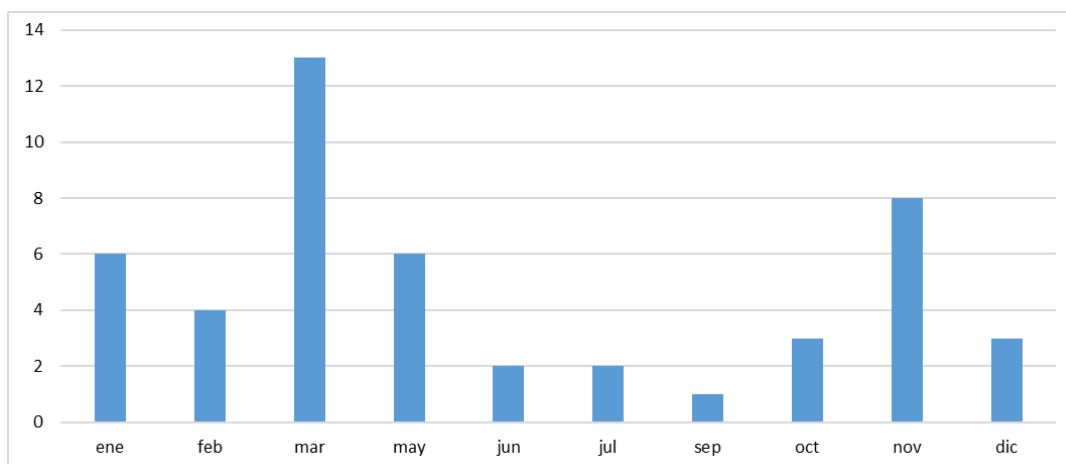


Figura 14. Número de demoras en la salida (los vuelos Internacionales) de una duración de 30-60 minutos, año 2018.  
Fuente: Autor.

En la figura 14 se encuentran las demoras en la salida de los vuelos Internacionales por meses de 30 a 60 minutos y se observa que el mes de marzo presentó 13 vuelos para un total de 48 vuelos demorados. Así mismo se observa que no aparecen los meses de abril y agosto ya que en estos mismos no se presentó ningún retraso de 30 a 60 minutos durante el año 2018.

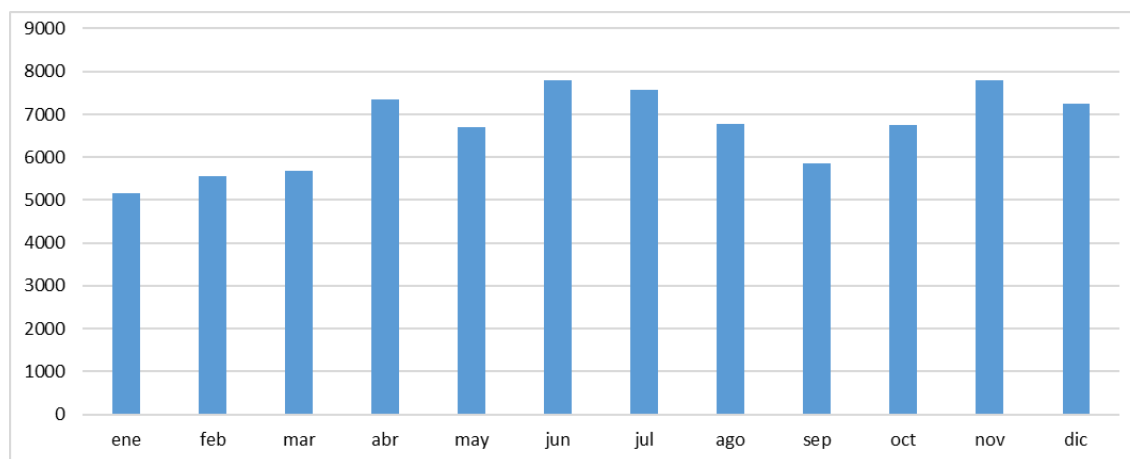


Figura 15. Número de demoras en la salida (vuelos Nacionales) de duración superior a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

En la figura 15 se encuentran las demoras en la salida de los vuelos Nacionales por meses superiores a 60 minutos y se observa que el mes con más demoras fue junio y tuvo 7.801 vuelos y el mes que menos demoras obtuvo fue enero con 5.168 vuelos demorados, viendo que de esta manera hay una gran diferencia de 2.633 vuelos en este rango de meses. De los cuales 277 vuelos fueron vuelos reprogramados en este mes del año 2018.

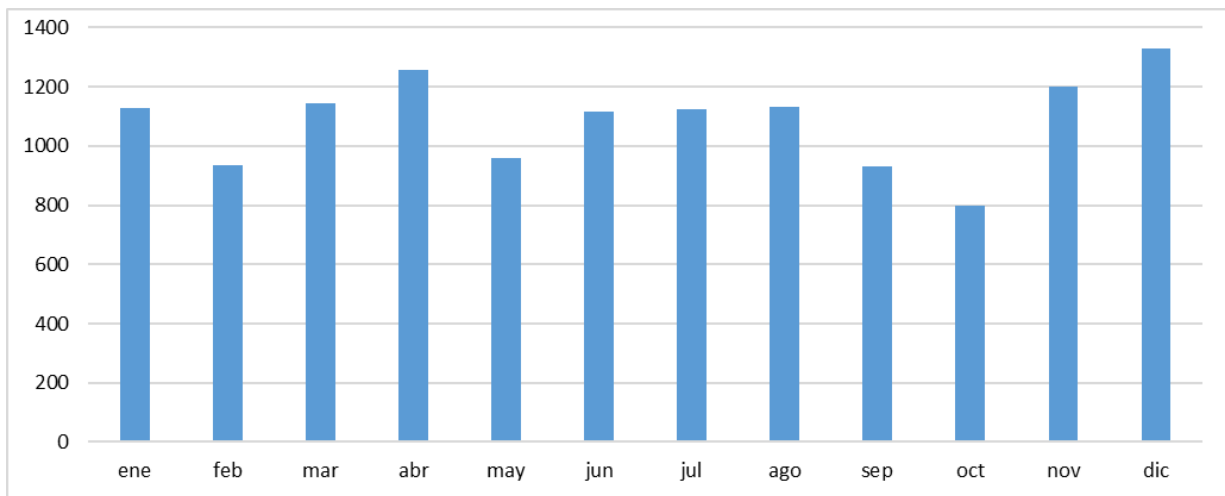


Figura 16. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales) de duración superior a 60 minutos, año 2018.  
Fuente: Autor.

Se observa en la figura de las demoras en la salida de los vuelos Internacionales por meses superiores a 60 minutos y se observa que el mes con más demoras fue diciembre y tuvo 1.330 vuelos y el mes que menos demoras obtuvo fue septiembre con 933 vuelos demorados, viendo que de esta manera hay una diferencia de 397 vuelos en este rango de meses. De los cuales 3 vuelos fueron vuelos reprogramados en este mes del año 2018.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

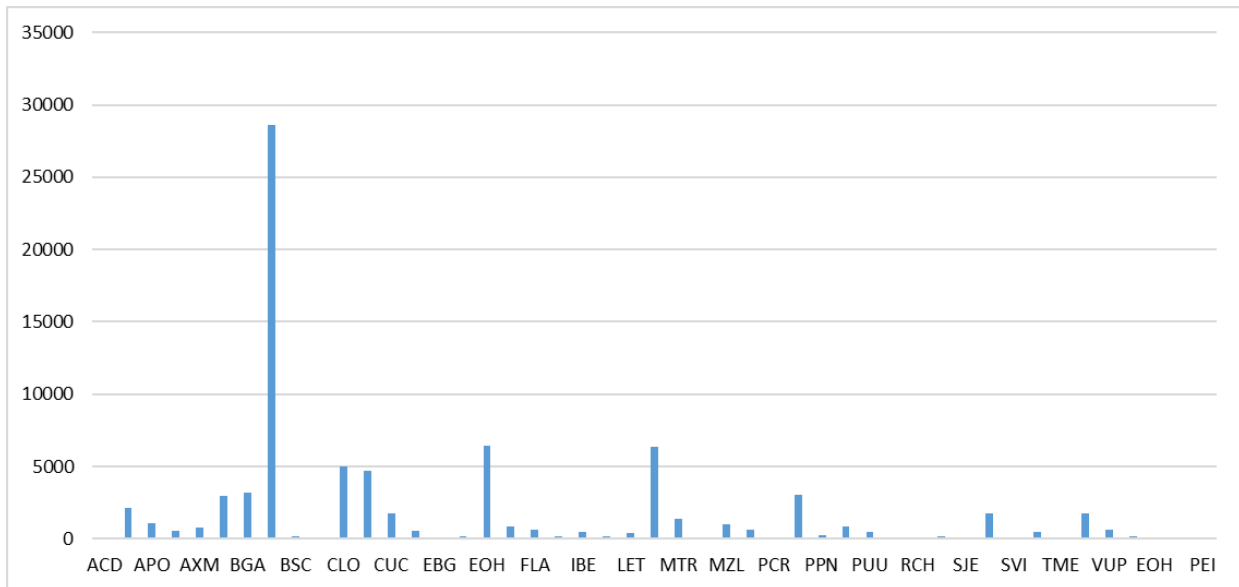


Figura 17. Número de demoras en la salida de vuelos nacionales de duración superiores a 60 minutos en los diferentes aeropuertos de Colombia del año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 17 se puede observar que, durante el año 2018 en las ciudades de Colombia, Bogotá registró el mayor número de demoras en la salida de los vuelos nacionales superando así los 60 minutos con un total de 28.580 vuelos. Las ciudades que le siguen con mayor cantidad de retrasos son en Medellín, siendo así el primero en el Aeropuerto Olaya Herrera (EOH) con 6.415 vuelos demorados y el segundo es el Aeropuerto José María Córdova (MDE) con 6.378 vuelos demorados y finalmente las ciudades donde menos se encuentran demoras que están entre 1 a 30 vuelos demorados durante todo el año son en ciudades con poca afluencia de vuelos.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

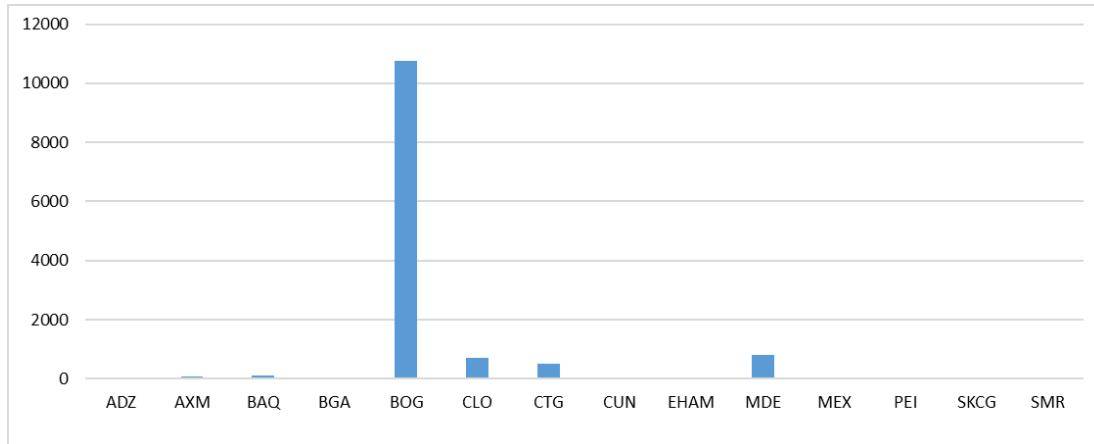


Figura 18. Número de demoras en la salida de vuelos Internacionales de duración superiores a 60 minutos en los diferentes aeropuertos, año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 18 se puede observar que, durante el año 2018 en las ciudades de Colombia, Bogotá registró el mayor número de demoras en la salida de los vuelos internacionales superando así los 60 minutos con un total de 10.774 vuelos, la segunda ciudad que tuvo más retrasos fue Medellín con un total de 809 vuelos en comparación con la ciudad de San Andrés que tuvo únicamente 11 vuelos retrasados durante todo el año.

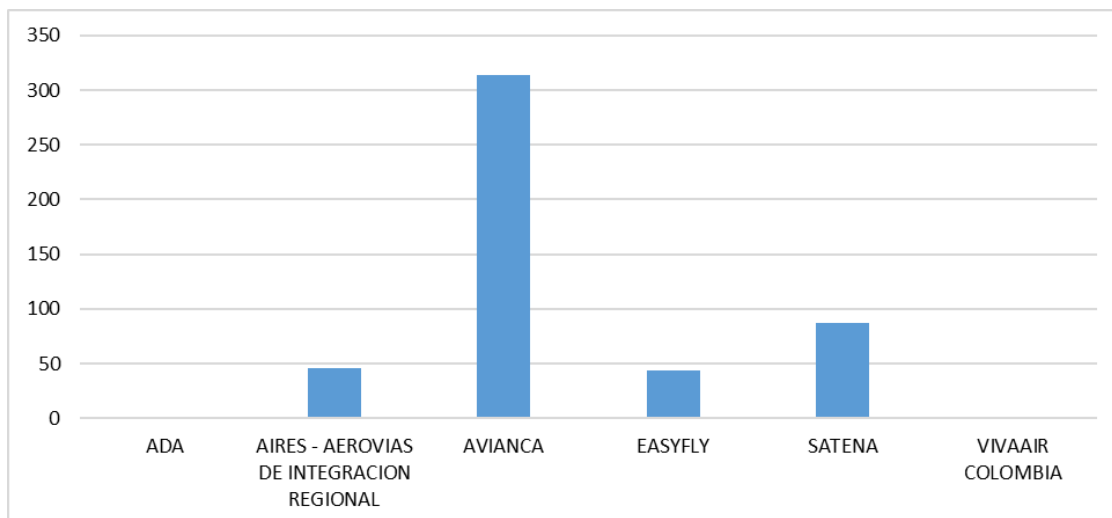


Figura 19. Número de demora en la salida (de vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración de 0-29 minutos en los diferentes aeropuertos, año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

Podemos observar en la figura 19 la demora en la salida de los vuelos Nacionales entre 0 a 29 minutos por aerolínea y se observa claramente que Avianca tiene la mayor cantidad de retrasos con un total de 314 vuelos, seguido por Satena que cuenta con 87 vuelos. Adicionalmente podemos observar que Viva Air y ADA cuentan únicamente con 1 vuelo retrasado durante todo el año 2018.

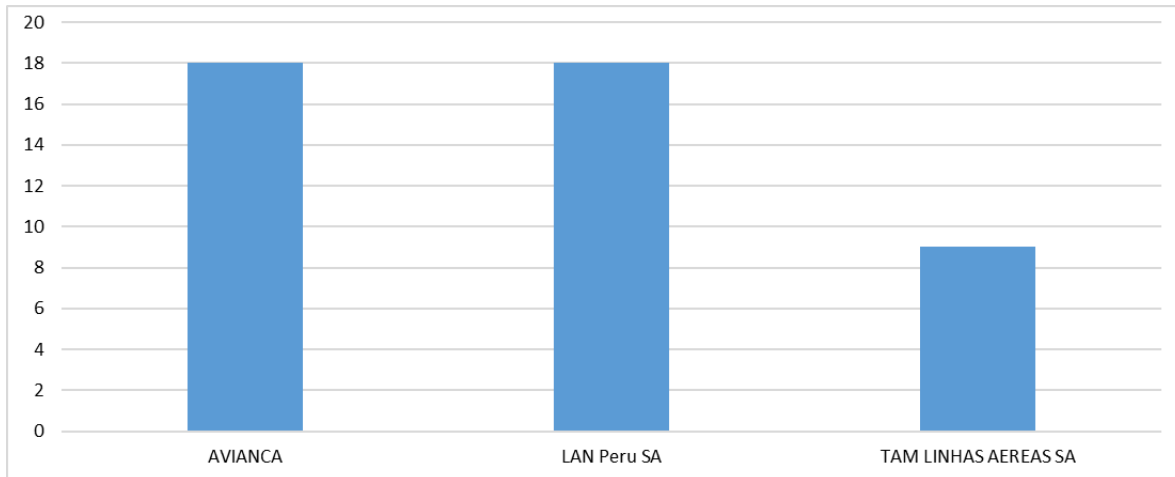


Figura 20. Número de demoras en la salida (de vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración de 0-29 minutos, año 2018. Fuente: Autor.

Se observa en la figura 20 la demora en la salida de vuelos Internacionales de 0 a 29 minutos por aerolínea y se observa claramente que Avianca y LAN Perú cuentan con la mayor cantidad de retrasos cada una con 18 vuelos retrasados durante todo el año de 2018 y TAM LINHAS AEREAS cuenta con 9 vuelos.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

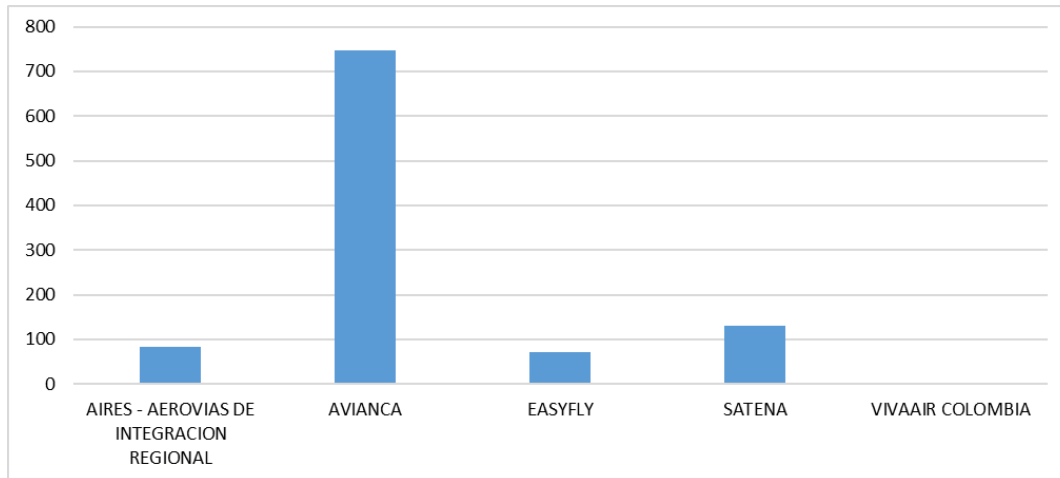


Figura 21. Número de demoras en la salida (de los vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.

En la figura 21 de demora en la salida de los vuelos Nacionales por aerolínea de 30 a 60 minutos se puede evidenciar que la aerolínea con más retrasos fue Avianca con un total de 747 vuelos demorados y la aerolínea con menos retrasos fue Viva Air con tan solo 1 vuelo durante el año 2018.

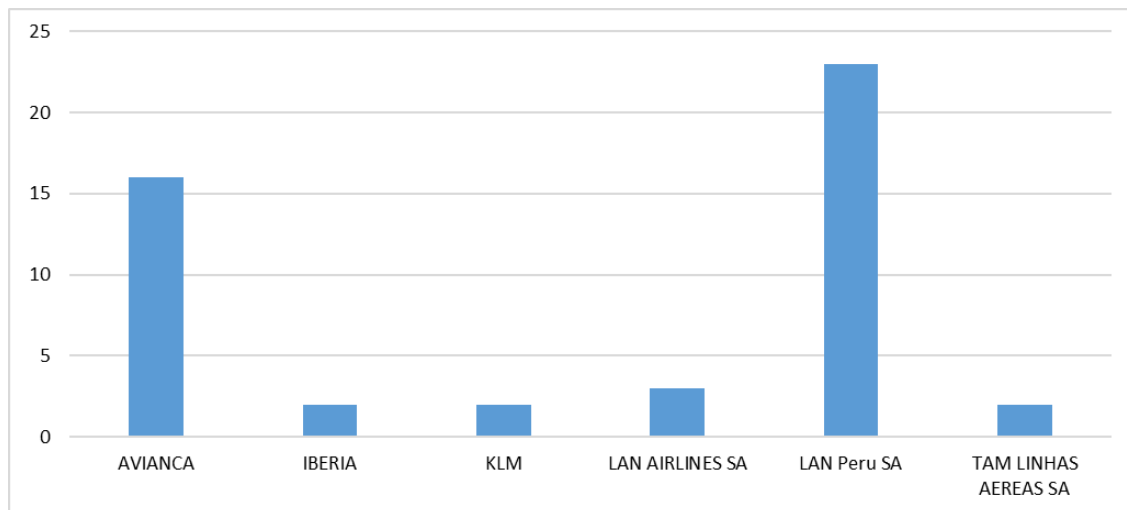


Figura 22. Número de demoras en la salida (de vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración de 30-60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

En la figura 22 de demora en la salida de los vuelos Internacionales por aerolínea de 30 a 60 minutos se puede evidenciar que la aerolínea con más retrasos fue LAN Perú con un total de 23 vuelos demorados y las aerolíneas con menos retrasos fueron Iberia y KLM con 1 solo vuelo retrasado, cada una durante el año 2018.

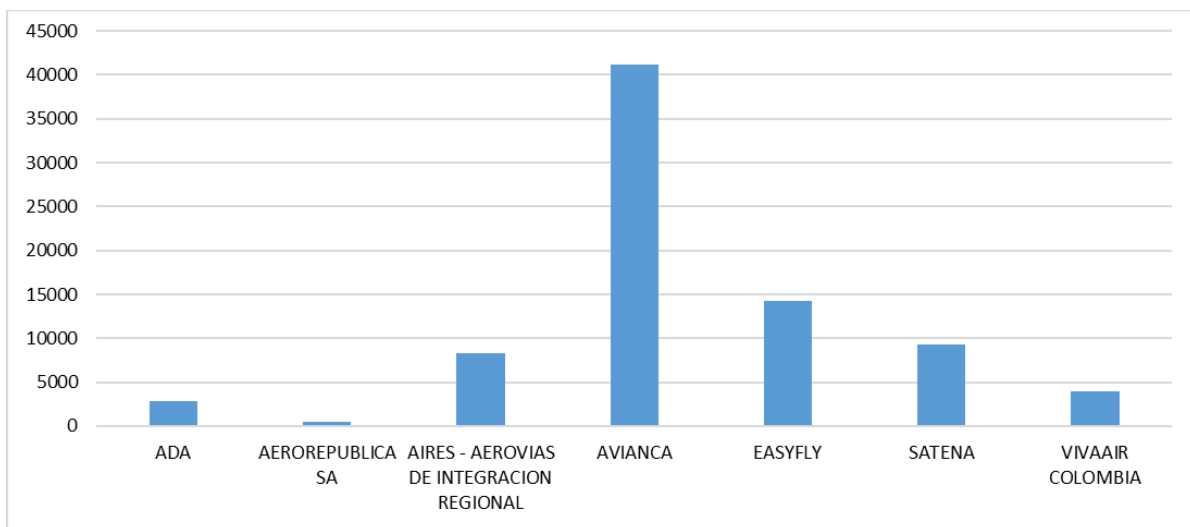


Figura 23. Número de demoras en la salida (vuelos Nacionales y por aerolínea) de duración superiores a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.

Se observa en la figura 23 de demora en la salida de los vuelos Nacionales por aerolínea superiores a 60 minutos que la aerolínea con más retrasos fue Avianca con un total de 41.174 vuelos demorados seguida de Easyfly con 14.250 vuelos y la aerolínea con menos retrasos fue Aerorepublica con 443 vuelos durante el año 2018. De los cuales 230 vuelos fueron vuelos reprogramados en este mes del año 2018.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

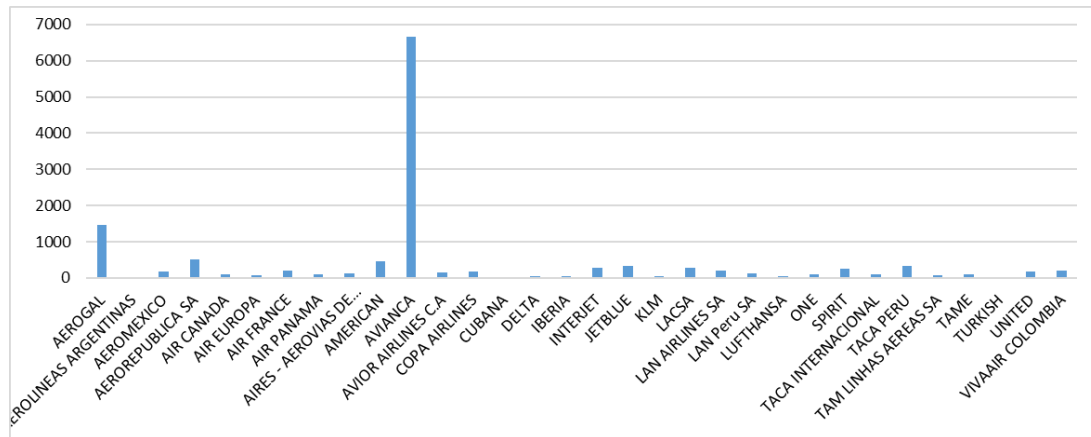


Figura 24. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales y por aerolínea) de duración superiores a 60 minutos, año 2018. Fuente: Autor.

Se evidencia en la figura 24 de demora en la salida de los vuelos Internacionales por aerolínea superiores a 60 minutos que la aerolínea con más retrasos fue Avianca con un total de 6.649 en segundo lugar encontramos la aerolínea AEROGAL con un total de 1.456 vuelos y finalmente la aerolínea que menos retrasos tuvo fue la aerolínea Cubana con solamente 3 vuelos demorados durante el año 2018. De los cuales 3 vuelos fueron vuelos reprogramados por la aerolínea Air France en este mes del año 2018.

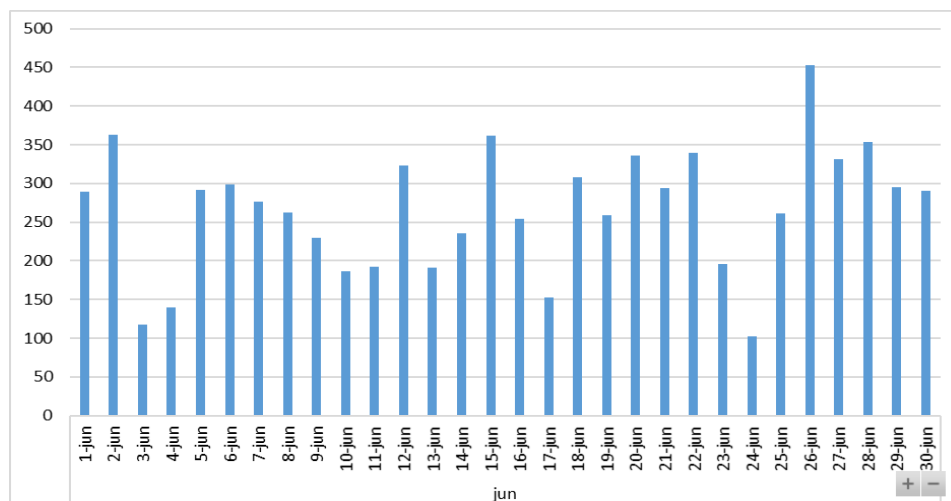


Figura 25. Número de demora en la salida (vuelos Nacionales, por día del mes de junio 2018). Fuente: Autor.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

En la figura 35 de demora en la salida de los vuelos Nacionales por días del mes de junio se observa que el día que tuvo más demoras fue el 26 de junio con 453 vuelos demorados, en segundo lugar, se encuentran los días 2 de junio con 363 vuelos demorados y el día 15 de junio con 362 vuelos demorados. Y finalmente se encuentra el día que menos demoras tuvo, el cual fue el 24 de junio con un total de 102 vuelos demorados durante este mes del año 2018.

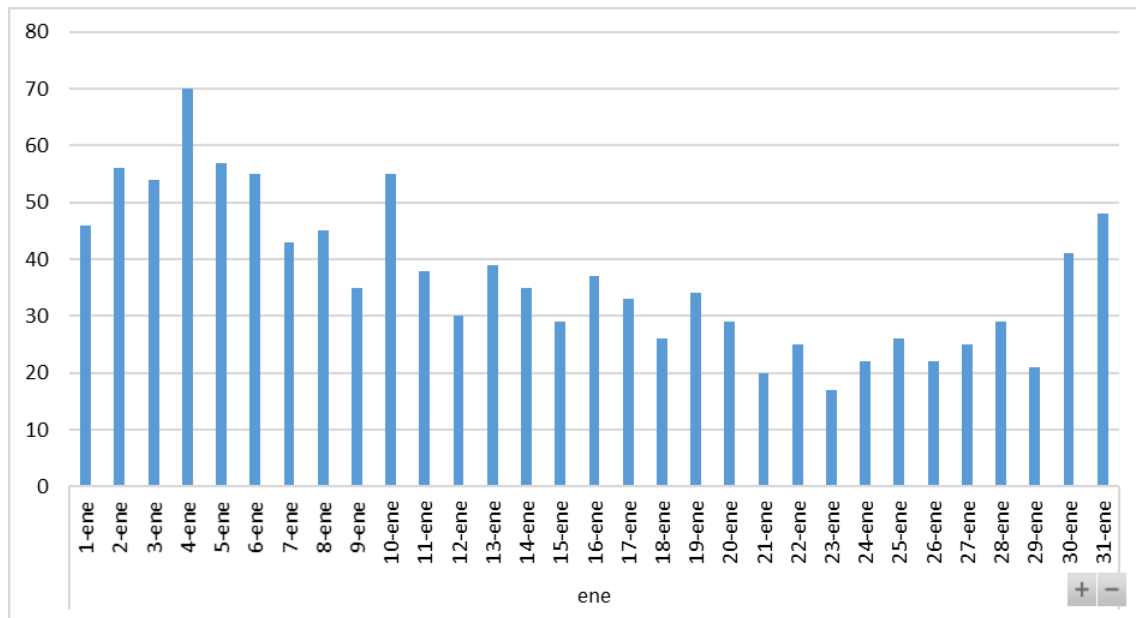


Figura 26. Número de demoras en la salida (vuelos Internacionales, por día del mes de enero 2018). Fuente: Autor.

En la figura 26 de demora en la salida de los vuelos Internacionales por días del mes de enero se evidencia de manera clara que el día con mayores retrasos fue el 4 de enero con un total de 70 vuelos demorados y los días 6 y 10 de enero tienen cada uno un total de 55 vuelos demorados del año 2018.



## CONCLUSIONES

- Las aerolíneas que presentan menor cantidad de retrasos en vuelos nacionales durante el año 2018 son Aerorepublica SA, ADA y VivaAir Colombia.
- La empresa que presentó mayor cantidad de retrasos en vuelos nacionales e internacionales en el año 2018 es la aerolínea Avianca.
- Se concluye que la mayor cantidad de vuelos con demora se presentan por motivos operacionales internos o externos, con un porcentaje de afectación del 32.2% que hace referencia a 26.334 vuelos demorados en el año 2018 en el sistema aeroportuario colombiano.
- El evento que genera mayor retraso en los vuelos operacionales internos es el abordaje tardío de la tripulación técnica o procedimientos de salida demorados, los cuales representaron 3883 en el año 2018, estos pudieron ser causados por la llegada tarde de la tripulación de pilotos al avión, demora de la tripulación en pasar filtros de seguridad, demora en procedimientos administrativos previos al vuelo, entre otros.
- Se evidencia que los meses en que se presentaron más retrasos en los vuelos nacionales del 2018, fueron junio, noviembre, julio y abril, sin embargo, no presentan una gran variación respecto a la cantidad que se presentó en otros meses.
- Teniendo en cuenta el análisis presentado por intervalos de demora de 0 a 29 minutos, 30 a 60 minutos y 60 minutos o más, se concluye que la mayor cantidad de vuelos demorados en cualquier mes del año 2018 presentan retrasos de 60 minutos o más, lo cual aumenta la problemática en la operatividad de cada aeropuerto, generando mayor tiempo de demora en los despegues de cada aerolínea.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

- La mayor cantidad de vuelos nacionales que registran demoras en el 2018 se presentan en el aeropuerto El Dorado ubicado en la ciudad de Bogotá, se evidenció una gran diferencia respecto a los demás aeropuertos que presentan operación comercial en Colombia, esto debido a la operatividad y la diferencia entre la cantidad de vuelos que se realizan diariamente.
- El código de demora que representa un 11% de los retrasos en los vuelos aeroportuarios colombianos se presenta debido a la limitación de capacidad en el sistema de servicio de control de tránsito aéreo en ruta o alta demanda, esto quiere decir que se tuvo mayor tiempo de vuelo que el previsto en el itinerario o se tuvieron demoras por control de afluencia para salidas por saturación del área terminal como consecuencia de alta demanda.
- En los meses de abril y agosto se verificó que no se tienen retrasos en un intervalo de 0 a 29 minutos, sino que estos, son mayores a 30 minutos.
- Según la normalización realizada en la base de datos de los vuelos que presentan demoras, la variable tráfico-causa presentó que las mayores causas de retrasos registrados en los vuelos nacionales se generan por restricciones por control del tráfico aéreo debido a que se presentó mayor tiempo de vuelo o por demoras por control de afluencia para salir hacia Bogotá por alta demanda.
- Los eventos con mayor cantidad de vuelos retrasados que se evidenció, con un valor de 15.916 entre los códigos 71, 72 y 73 fue por motivos incontrolables externos, lo que quiere decir que se presentaron condiciones climáticas adversas como baja visibilidad, lluvia, granizo, vientos por encima de los límites, respecto al aeropuerto de salida, destino o en ruta. Esto debido a aspectos geográficos y atmosféricos, que son tan variables en el territorio colombiano.



## REFERENCIAS

- Herrera García, A. (2016). *ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA PROBLEMAS DE CAPACIDAD AEROPORTUARIA*.
- AEROCIVIL. (2020). *ANEXO 01 - CÓDIGOS DE DEMORA DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO DE ITINERARIO*.
- ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. (2020). *MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS DOC. 9137-PARTE 8 SERVICIOS OPERACIONALES DE AEROPUERTO PRIMERA EDICIÓN*.
- Fioravanti, R., Suárez - Alemán, A. & Serebrisky, T. (2018). *CONECTIVIDAD AÉREA EN REGIONES REMOTAS*.
- W.J. (2017c). *TRANSPORTE AÉREO COMO MOTOR DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RETOS Y PROPUESTAS DE POLÍTICA*.
- Solá, R, M. (2015). *ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE LOS RETRASOS DE VUELO ESTUDIO DEL AEROPUERTO DE SEATTLE-TACOMA*.
- Marengo, G. (2010). *FUNCIONAMIENTO Y EVOLUCIÓN DE AEROPUERTOS ANTE UNA DEMANDA TURÍSTICA CRECIENTE*.
- Savia. (2009). *RETRASOS, UNA PESADILLA PARA LOS PASAJEROS*.
- Fuentes, M. (2015). *GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS*.
- Rodríguez, J., Peralta, E., & Pacheco, B. (2015). *ESTUDIO DE FACTORES QUE GENERAN DEMORAS EN TIERRA EN EL AEROPUERTO EL DORADO*.
- AEROCIVIL. (2020). *SERVICIOS EN AEROPUERTOS*.



CÓDIGO:

D-FIC-CG-1

NOMBRE:

CONTENIDO MÍNIMO DOCUMENTO  
FINAL

VERSIÓN

01

FECHA EMISIÓN

22-05-2020

- AEROCIVIL. (2019). *Sigla-OACI-IATA-AEROPUERTO*.
- Du, W.-B. D. (2018). *RED DE CAUSALIDAD DEL RETRASO EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE AÉREO*.
- Martinez, R. (2012). *MARCO CONCEPTUAL EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN*.
- Fernández. (2002). *INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA*.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*.
- Ashford, Norman. J. Mumayis, Saleha. & Wright, Paul H. (2011). *AIRPORT ENGINEERING PLANING, DESIGN AND DEVELOPMENT OF 21ST, CENTURY AIRPORTS*.
- Kazda, A. & E. Caves, R. (2015). *ARIPORT DESIGN AND OPERATION*.
- IATA. (2019). *EL VALOR DE LA AVIACIÓN EN COLOMBIA*.