

¿Cuáles son las causas y efectos de las demoras en los vuelos saliendo y llegando a Bogotá en el aeropuerto ElDorado en febrero del 2020?

AUTORES

Ariel Fernando Parra Muñoz

Daniela Alejandra Rivera Quintero

Andrés Felipe Ruiz Madera

María Isabel Vargas González

Especialización en gerencia de procesos de calidad e innovación

Universidad EAN

Tutor: Luis Armando Cobo Ocampo

Bogotá D, C.

Septiembre 2020

1. CONTENIDO

1.	CONTENIDO.....	2
2.	RESUMEN.....	4
3.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5.	OBJETIVOS.....	6
5.1.	Objetivo general.	6
5.2.	Objetivo específico.....	6
6.	JUSTIFICACIÓN.....	7
7.	MARCO REFERENCIAL	8
7.1.	Marco teórico.	8
7.2.	Marco institucional.....	9
7.2.1.	Misión.....	9
7.2.2.	Visión.....	9
7.2.3.	Objetivos institucionales.....	9
8.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	10
8.1.	Tipo de Enfoque: CUANTITATIVO.....	10
8.1.1.	Características del método cuantitativo.....	11
8.2.	Diseño de la investigación: No experimental transversal	11
8.3.	Alcance: Descriptivo.....	12
9.	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	12
10.	HIPOTESIS.....	13
11.	DEFINICION CONCEPTUAL.....	13
12.	DEFINICIÓN OPERACIONAL.....	14

13.	POBLACIÓN Y MUESTREO.....	14
14.	ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	15
15.	DESARROLLO DE PROPUESTA	16
15.1.	¿Qué es una demora?	16
15.2.	Concepto ATFM.....	16
15.3.	FMU Colombia.....	17
15.4.	Servicio ATFCM	17
15.5.	CDM.....	18
15.6.	TMI.....	18
15.6.1.	Ground Delay Program (GDP)	18
15.6.2.	Espera en vuelo.	19
15.6.3.	Equilibrio entre puntos de referencia.....	20
15.6.4.	Ground Stop. (GS)	20
15.7.	¿Qué es el SLOT?.....	21
15.7.1.	Slot Operacional.....	21
16.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
16.1	Retrasos en Salidas	21
16.2	Retrasos en Llegadas	25
17.	CONCLUSIONES	29
18.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

2. RESUMEN

En los últimos años la Aeronáutica Civil Colombiana ha venido presentando grandes cambios debido al crecimiento económico que afronta el país; sin embargo, la infraestructura aeroportuaria de la capital colombiana ha tenido un rezago frente a la creciente demanda, superando la capacidad de los aeropuertos acarreando un gran número de inconvenientes que generan retrasos en las operaciones de las compañías aéreas.

Por su parte el ministerio de transporte en conjunto con la aeronáutica civil diseñó un plan, para cada aeropuerto que necesitara intervención, esto con el fin de reestructurar las instalaciones y disminuir los inconvenientes presentados posteriormente.

Es así, que este documento tiene como objetivo identificar el origen y el impacto generado por las demoras más comunes a los usuarios del transporte aéreo, proyectando posibles alternativas de solución, para pretender reducir aquellos excesos de tiempo los cuales no están presupuestos por ninguna de las partes (aerolíneas - usuarios) que usan el servicio a diario.

Finalmente se determinará, cuáles son las situaciones más comunes de demoras para el Aeropuerto El Dorado, evaluando factores que se tornan incontrolables y encontrando estrategias que se puedan aplicar. De igual manera evaluar aquellas demoras técnicas, y operacionales que tienden a ser repetitivas pero complejas de abordar, pues la logística en muchas ocasiones es insuficiente para la cantidad de sucesos que se presentan al mismo tiempo.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuáles son las causas y efectos de las demoras en los vuelos saliendo y llegando a Bogotá en el aeropuerto ElDorado en febrero del 2020?

4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC) con su oficina de Control de Afluencia del espacio Aéreo (ATFM) busca ordenar de manera segura el espacio aéreo de ingreso y salida al aeropuerto Eldorado de Bogotá.

Esto se debe a que la afluencia de tráfico aéreo que se presenta en el aeropuerto en diferentes horas del día genera congestiones las cuales ocasionan demoras en los vuelos desde y hacia Bogotá por ordenamiento de espacio aéreo en la ciudad, desde hace aproximadamente 6 años.

Estas demoras no afectan a una sola aerolínea por ejemplo LATAM, aerolínea escogida para este caso de estudio, sino otras aerolíneas como son AVIANCA, VIVA COLOMBIA, EASY FLY, entre otros, alterando sus itinerarios y obteniendo como consecuencia graves impactos económicos a las empresas, por lo tanto, se busca ordenar o buscar una solución a esta problemática, reduciendo horas de retraso, evitar demoras, generar satisfacción en el cliente, entre otros.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general.

Identificar las causas de las demoras en las llegadas y salidas de los vuelos en el aeropuerto de Bogotá durante el mes de febrero 2020.

5.2. Objetivo específico.

Diagnosticar el origen de las demoras de entrada y salida de vuelos en el aeropuerto Eldorado de Bogotá.

Determinar cuáles son las aerolíneas con mayor afectación en las demoras en vuelos para el Aeropuerto Eldorado en el mes de febrero de 2020 en Bogotá.

Establecer las posibles consecuencias para el aeropuerto Eldorado al tener demoras en sus vuelos llegando y saliendo del Bogotá.

6. JUSTIFICACIÓN.

El aeropuerto ElDorado es el principal aeropuerto de Colombia por ende la demanda de tránsito aéreo es la más alta del país, por otro lado, es el tercer aeropuerto más importante de América Latina referente al volumen de pasajeros y la facilidad de conexión con todos los continentes (Revista Semana, 2019). Por otro lado, la aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC) con su oficina de Control de Afluencia del espacio Aéreo (ATFM), son los encargados de ordenar de manera segura el espacio aéreo de ingreso y salida de los vuelos, es decir que deberían garantizar el correcto uso del espacio aéreo en Colombia, no obstante, se evidencian constantes retrasos en la entrada y salida de los vuelos.

El presente trabajo pretende identificar las causas en las demoras de la entrada y salida de los vuelos del aeropuerto ElDorado, teniendo presente que la demora es el tiempo transcurrido desde que la operación del vuelo está programado hasta que realmente se realiza el expresado (Aeronautica Civil de Colombia, 2020), en ese sentido se analizará el promedio de entrada y salida de los vuelos para el mes de febrero del presente año, con el fin de diagnosticar el origen de las demoras de entrada y salida de los vuelos, asimismo determinar cuáles de las aerolíneas son las más afectadas con las demoras de los vuelos, toda vez que en los últimos años, el tráfico aéreo y la afluencia de personas que viajan ha aumentado significativamente siendo esta última, una de las razones por la cuales en el año 2007 el aeropuerto realizó el proyecto de renovación para ampliar la terminal del aeropuerto y a la vez modernizarlo (Revista Semana, 2019), en ese sentido es de gran relevancia establecer en este trabajo las posibles consecuencias de demora en la entrada y salida de los vuelos para el aeropuerto ElDorado.

Es de resaltar que unos de los interesados más afectados, son las aerolíneas, seguido por la inconformidad de los pilotos y usuarios que se quejan constantemente por los retrasos en los vuelos (Aeronautica Civil de Colombia, 2020), que finalmente también se verá reflejado en el factor económico para las aerolíneas, razón por la cual en el presente trabajo se identificará y diagnosticará la afectación de la operación del transporte aéreo, por causa de la demora en la entrada y salida de los vuelos en el aeropuerto ElDorado.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1. Marco teórico.

La aeronáutica civil presta ciertos servicios a las aeronaves que se encuentran volando, existe una dependencia encargada de la gestión de afluencia del espacio aéreo, esta se encarga de velar por cumplir con la optimización correcta del espacio aéreo en Colombia, para Bogotá esta dependencia tiene una situación peculiar, en Bogotá la capacidad de tráfico es bastante alta razón por la cual esta dependencia debe buscar adoptar medidas para organizar de manera eficiente todo el espacio aéreo. (Aeronautica Civil de Colombia, 2016)

El fin de la ATFM por sus siglas en ingles (Air Traffic Flow Management) es “es un servicio que optimiza la relación entre las capacidades del sistema y la demanda de tráfico Aéreo, maximizando el aprovechamiento de la capacidad disponible, con el objeto de garantizar una afluencia optima del tráfico aéreo”

El objetivo a estudiar en este documento será las razones por las cuales la UAEAC adopta las medidas y que en la mayoría de los casos genera demoras altas en los vuelos de todas las compañías aéreas de Colombia.

La situación que vive Colombia no es ajena para otros países, el concepto de ATFM está definido por la OACI y adoptado por la gran mayoría de países. En Europa Eurocontrol publicó un artículo con una situación similar a la mencionada acá. “El retraso ATFM se define como la duración entre el último tiempo estimado de despegue (ETOT) y el tiempo calculado de despegue (CTOT) asignado por el administrador de la red. (Eurocontrol , 2016)

La aeronáutica civil por medio de la ATFM regula el espacio aéreo con medidas que buscan optimizar las aeronaves ingresando al espacio aéreo de Bogotá, una de las medidas con mayor uso en Bogotá es el GDP. La FAA (federal aviation administration) define un GDP (Ground Delay Program) es un procedimiento de gestión del tráfico cuando las aeronaves se retrasen en su aeropuerto de salida para gestionar la demanda y la capacidad en su aeropuerto de llegada. Los vuelos son horarios de salida asignados, que a su vez regula su hora de llegada en el aeropuerto impactado. (FAA, 2009)

Con estos acontecimientos y algunos que se verán más adelante se busca entender que tipos de demoras hay, el porqué de esas demoras y que mecanismos idea la UAEAC para poder optimizar mucho mejor el espacio aéreo de Bogotá, buscando en este documento soporte para poder emprender una próxima investigación en aras de Innovación para el medio aeronáutico.

7.2. Marco institucional

7.2.1. Misión.

Trabajamos por el crecimiento ordenado de la aviación civil, la utilización segura del espacio aéreo colombiano, la infraestructura ambientalmente sostenible, la conexión de las regiones entre sí y con el mundo, impulsando la competitividad y la industria aérea y la formación de un talento humano de excelencia para el sector.

7.2.2. Visión.

Al 2030, movilizar 100 millones de pasajeros y duplicar el transporte de carga partiendo del 2018, en un entorno institucional claro, competitivo, conectado, seguro y sostenible, soportado en una infraestructura renovada, una industria robustecida y un talento humano de excelencia

7.2.3. Objetivos institucionales.

- **Institucionalidad:** Consolidar los roles de autoridad, de prestación del servicio y de investigación de accidentes para dinamizar el crecimiento del transporte aéreo, contribuyendo a la aviación civil colombiana.
- **Conectividad:** Construir una red de servicios de transporte aéreo eficiente que una las regiones del país con los principales centros de producción y de consumo nacionales y del mundo, aprovechando su capacidad integradora.
- **Competitividad:** Desarrollar políticas, públicas y estrategias que fortalezcan el factor de productividad del transporte aéreo y estimulen los servicios para el crecimiento de la aviación civil en Colombia.
- **Infraestructura y sostenibilidad ambiental:** Lograr que la infraestructura, los servicios aeroportuarios, de navegación aérea y la intermodalidad, cuenten con capacidad y

eficiencia para atender el crecimiento de la demanda del sector en un contexto ambientalmente sostenible.

- **Industria aeronáutica y cadena de suministro:** Potenciar la industria aeronáutica como un importante proveedor de piezas, partes y componentes aeronáuticos certificados para la región y como punto focal en la producción de aeronaves livianas (ALS) y no tripuladas (UAS – RPAS), impulsando a su vez servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves.
- **Desarrollo del Talento Humano en el sector:** Fortalecer la gestión del conocimiento para lograr el desarrollo integral y sostenible del talento humano, en línea con el crecimiento de la aviación civil en Colombia.
- **Seguridad Operacional y de la Aviación Civil:** Posicionar al país con el mayor nivel de implementación efectiva de estándares y mejores prácticas en seguridad operacional (safety), seguridad de la aviación civil (security) y facilitación, en un entorno de confianza y de cultura justa en compañía del sector.
- **La transformación institucional a la modernidad:** Fortalecer la gestión institucional de la Entidad a través del desarrollo del talento humano, fortalecimiento de la estructura organizacional, implementando un sistema de gestión del conocimiento especializado en la Entidad, afianzando el Sistema Integrado de Gestión, apalancando la transformación institucional a través del PETI, fortaleciendo la política anticorrupción y la gestión jurídica.

8. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

8.1. Tipo de Enfoque: CUANTITATIVO

Para el desarrollo de esta investigación se ha decidido aplicar el enfoque cuantitativo, debido a la rigurosidad que presenta sobre el objeto de estudio, en este caso, permite establecer e identificar las causas de las demoras y salidas en los vuelos que se dan lugar en el Aeropuerto Internacional el Dorado de la ciudad de Bogotá para un periodo determinado. Si bien, para determinar las diferentes variables de dicho fenómeno, se hace necesario realizar un estudio cuyo proceso sea deductivo y secuencial, que permita formular hipótesis para ser probadas con el fin

eliminar o descartar aquellas que no se relacionan con el objeto de estudio y de igual manera trabajar sobre aquellas que sí, lo que a su vez ofrece una visión objetiva de la realidad y del fenómeno.

En este sentido, las características de este enfoque se ajustan a las necesidades de esta investigación, la cual debe medir el fenómeno que se presenta en el Aeropuerto Internacional EL Dorado, para ello se vale de métodos estadísticos (Deslauriers, 2004) que aseguran la veracidad de los resultados, adicionalmente, una investigación cuantitativa permite una generalización de los efectos derivados del objeto de estudio, así mismo, una vez se logra la identificación de las causas que dan origen a dicho fenómeno, este se puede controlar, permitiendo un análisis y una interpretación que dará lugar a establecer ideas, estratégicas y soluciones que ataquen de forma directa esta situación que se presenta en la terminal aérea. (Hernandez Sampieri, 2014)

8.1.1. Características del método cuantitativo

Para llevar a cabo esta investigación se han identificado los siguientes elementos claves:

- Necesita que haya una relación numérica entre las variables del problema de investigación.
- Los datos analizados siempre deben ser cuantificables.
- Es descriptivo.
- Analiza y predice el comportamiento de la población.
- Se centra en una causa y un efecto, o lo que es lo mismo: se basa en la aplicación de un estímulo para obtener una respuesta.
- Los resultados pueden aplicarse a situaciones generalistas.
- Se orienta a resultados.
- Los números y datos representan la realidad más abstracta.
- Estudia las conductas humanas y los comportamientos de una muestra de la población.

8.2. Diseño de la investigación: No experimental transversal

Debido a la naturaleza de esta investigación, la cual es observar el fenómeno de forma pasiva para lograr determinar las causas que lo originan, y una vez estas son identificadas se procede a

documentarlas para ser sometidas a análisis e interpretaciones, por tanto no hay lugar a ningún tipo de manipulación de las diferentes variables del fenómeno, Este tipo de diseño se aplica a la situación que se presenta en el Aeropuerto, existe una o varias situaciones que causan demoras y retrasos en los vuelos, para identificarlas es preciso observar cómo estas se dan de forma natural sin que haya lugar a ningún tipo de manipulación o influencia por parte de quienes adelantan el estudio realizado.

Por tanto, el desarrollo de este trabajo se apoya en este diseño no experimental, debido a que es una investigación que se limita a observar y documentar.

Ahora bien, una vez que se ha determinado que el diseño de la investigación es NO EXPERIMENTAL, se ha decidido por los intereses del estudio, que esta sea de tipo TRANSVERSAL, es decir, los datos que son recolectados, se hacen en un solo momento, debido a que su propósito es describir las diferentes variables y estudiar sus efectos y como se interrelacionan en un periodo dado. (Hernandez Sampieri, 2014)

Los estudios con este tipo de diseño ofrecen resultados más descriptivos que experimentales. Existen varios tipos de investigación transversal, cada uno con unos objetivos y métodos diferentes. Dada sus características, son muy útiles para describir cómo ha afectado alguna variable a una población en un determinado momento.

8.3. Alcance: Descriptivo.

Adoptar este tipo de alcance para el estudio en desarrollo facilita el proceso que pretende determinar las distintas características y variables del fenómeno bajo estudio, lo que finalmente lo hace pertinente para evidenciar con claridad y precisión las diferentes dimensiones de un fenómeno. (Hernandez Sampieri, 2014)

9. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

Dependientes: Son las variables a explicar, es decir, el objetivo de la investigación, que se pretende sustentar en función de otros elementos.

Independientes: Son las variables explicativas, es decir, los factores o elementos susceptibles de explicar las variables dependientes.

Intervinientes: Es la relación entre causa efecto, se involucra una o más variables de enlace interpretativo entre las variables dependientes e independientes, en ese sentido se trata de variables vinculadas funcionalmente a la variable dependiente y a la variable independiente y que producen un efecto en la relación existente entre esas variables.

Las variables a tener en cuenta para determinar cuáles son las causas y efectos de las demoras en los vuelos saliendo y llegando a Bogotá en el aeropuerto Eldorado en el febrero del 2020 son:

- Tráfico aéreo.
- Ordenamiento de espacio aéreo.
- Retrasos aéreos

10. HIPOTESIS.

El alto tráfico en el aeropuerto internacional Eldorado hace que sus operaciones tanto en despegue y aterrizajes no sean las más óptimas, la aeronáutica civil en busca de optimizar el espacio aéreo y evitar aviones ocupando espacios aéreos sin poder aterrizar induce demoras a los aviones que aterrizan a Bogotá en la tarde y despegan de Bogotá en la mañana. Incluyendo la poca eficiencia que se da a la capacidad declarada de aterrizajes y despegues por hora.

11. DEFINICION CONCEPTUAL.

- Tráfico aéreo: flujo de movimiento constante que se da en el aire
- Causas de retrasos aéreos: razones por las cuales los vuelos se retrasan incumpliendo su itinerario previamente establecido.
- Ordenamiento de espacio aéreo: Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo, de conformidad con la clasificación del espacio aéreo. Nota: Espacio aéreo controlado es una expresión genérica que abarca las Clases A, B, C, D y E del espacio aéreo ATS. (UAEAC, 2015)

12. DEFINICIÓN OPERACIONAL.

Ya que las variables escogidas anteriormente son diferentes en su base su medición no puede realizarse de la misma manera, para la variable causas de retrasos aéreos se realizará una observación directa explicando cada una de las causas que originan el incumplimiento en el itinerario de los vuelos.

Mientras que para el ordenamiento de espacio aéreo se realizará una medición cuantitativa teniendo en cuenta 2 condiciones del vuelo: en primer lugar, si el vuelo está despegando o aterrizando y hora de operación del vuelo. La información de estas condiciones será obtenida a través de la plataforma de vuelos destinada para las aerolíneas.

13. POBLACIÓN Y MUESTREO

La muestra se establece que sea representativa con la disposición de datos de 36 de las principales aerolíneas que operan en el Aeropuerto de Bogotá y adicional se realiza de forma no probabilista, disponiendo de manera intencional información relacionada a las aerolíneas que tienen mayoría de vuelos en el aeropuerto y de las cuales se llega a ser más sencillo obtener información sobre las demoras que están causando en ellas, se ha realizado el muestreo teniendo en cuenta las condiciones del vuelo y la operación del vuelo.

Para la recolección de información se ha dispuesto inicialmente de las plataformas existentes de la Aeronáutica Civil donde se encuentra información relacionada con los procedimientos usados para ordenamiento del espacio aéreo, se ha dispuesto la plataforma oficial para ordenamiento de vuelos con relación a sus hora de Plan de vuelo y se ha dispuesto el listado de vuelos de las aerolíneas que se han encontrado afectados por demoras dadas desde la plataforma de ordenamiento que se encuentran disponibles en el ANEXO # 1.

La población a elegir es el conjunto de aerolíneas que disponen sus operaciones en el Aeropuerto El dorado durante el mes de febrero y la Aeronáutica Civil de Colombia como ente regulador de las mismas y entidad que da las demoras para el Aeropuerto de Bogotá.

14. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

AAC: Autoridad de Aviación Civil

AAR: (Aerodrome Acceptance Rate) Regimen de aceptación de aeródromo. Cantidad de aeronaves que un aeródromo puede aceptar por hora.

ADR: (Aerodrome Departure Rate) Regimen de salidas de aeródromo. Cantidad de aeronaves saliendo que un aeródromo puede gestionar por hora.

AEROPUERTO COORDINADO: Aeropuerto para el cual, para facilitar las actividades de las empresas de servicios aéreos comerciales que allí operan o proponen operar, se ha establecido una oficina de coordinación de SLOT.

AIS: (Aeronautical Information Service)

AO: (Aircraft Operator)

ATFM: Control de Afluencia del espacio Aéreo

ATS: Servicio de tránsito aéreo.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

COBT: Calculated off Block Time

CTOT: Tiempo calculado de despegue

ETOT: Tiempo estimado de despegue (ETOT)

FAA: Federal Aviation Administration

IATA: Asociación internacional de transporte aéreo.

UAEAC: Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil

15. DESARROLLO DE PROPUESTA

Para realizar el análisis y entender las causas de las demoras en el aeropuerto El Dorado durante el mes de Febrero del 2020, es importante brindar al lector una idea clara de cada concepto y como lo aplica la UAEAC para la asignación de las mismas y el impacto que genera en la operación de un aeropuerto como Bogotá, muchos medios de comunicación han redactado notas con el mayor problema que tiene esta terminal aérea “Aunque en los últimos años el aeropuerto El Dorado se ha posicionado como uno de los mejores de la región, también se ha convertido en uno de los más congestionados, y según la IATA, esto podría empeorar en el corto plazo” (Acosta, 2019).

Sin embargo, “De acuerdo con Andrés Uribe, gerente de la Asociación de Transporte Aéreo (IATA) para Colombia, a pesar de que la capacidad en cuanto a espacio aéreo fue optimizada gracias a un estudio hecho en el 2015, y se determinó que esta terminal podría manejar 90 vuelos por hora, lo cierto es que la infraestructura física no está preparada para eso” (Acosta, 2019).

Adelante se expresará la idea teórica y la conexión existente entre todas las dependencias con el fin de entender las causas de las demoras.

15.1. ¿Qué es una demora?

Según el documento técnico de afluencia del tránsito aéreo declarado por la UAEAC la demora se define como “Tiempo transcurrido desde que la operación está programada hasta que realmente se realiza expresado en minutos. Es el tiempo adicional de espera producto de la detención en el puesto de parqueo, en el punto de espera de la pista, en una calle de rodaje, y/o en algún circuito de espera establecido a lo largo de la ruta”. (Aeronautica Civil de Colombia, 2020)

15.2. Concepto ATFM

El concepto técnico dictado por la OACI indica ATFM “Servicio establecido con el objetivo de contribuir a una circulación segura, ordenada y expedita del tránsito aéreo asegurando que se utiliza al máximo posible la capacidad ATC, y que el volumen de tránsito es compatible con las capacidades declaradas por la autoridad ATS competente”. (ICAO, 2007)

El ATFM da un análisis continuo de la operación en aire y con esto busca aumentar la seguridad y confiabilidad de un servicio ATM, con el fin de garantizar una densidad de tránsito efectiva para que el flujo del tránsito aéreo sea seguro y ordenado, dando beneficios al servicio de ATC y a los operadores en general.

15.3. FMU Colombia.

La FMU COLOMBIA se ha establecido como “facilidad coordinadora de la gestión de afluencia de tránsito aéreo y capacidad de espacios aéreos y aeropuertos para el espacio aéreo bajo responsabilidad de Colombia, así como para todas las dependencias que presten servicios de tránsito aéreo y de apoyo en este espacio aéreo, con autoridad suficiente y completa para realizar la planificación de flujo, de capacidad y su gestión para la circulación segura y ordenada del tránsito aéreo”. (UAEAC, 2012).

La importancia de esta dependencia está en la coordinación dada mediante el servicio de ATFCM equilibrar la carga del flujo aéreo existente sobre el aeropuerto. Incrementar los niveles de seguridad y facilitar cada una de las funciones expresadas en el ATFM.

15.4. Servicio ATFCM

Gestión de Afluencia de tránsito Aéreo y Capacidad es un servicio que optimiza la relación entre las capacidades del sistema y la demanda de tráfico Aéreo, maximizando el aprovechamiento de la capacidad disponible, con el objeto de garantizar una afluencia óptima del tráfico aéreo. Uno de los objetivos de la ATFCM es permitir la puntualidad y la eficiencia del vuelo de acuerdo a los recursos disponibles con énfasis en la optimización de la capacidad de la red a través de proceso de toma de decisiones en colaboración. (UAEAC, 2016)

ATFCM se define como "Un concepto que extiende el papel de la Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo (ATFM), a la optimización de los patrones de tránsito y la gestión de la capacidad a través de la gestión del equilibrio entre la capacidad y la demanda. El objetivo de la ATFCM es permitir la puntualidad y la eficiencia de los vuelos de acuerdo a los recursos disponibles con el énfasis en la optimización de la capacidad de la red, a través de procesos de toma de decisiones en colaboración (CDM)

15.5. CDM

CDM, Toma de Decisiones en Colaboración es un recurso donde evidencia la necesidad de involucrar a todos los actores involucrados en el proceso de gestión de la afluencia del tránsito y el análisis capacidad de la operación mediante el intercambio de información para dar solución a problemas generados.

La CDM es, por lo tanto, un elemento importante para poder mejorar las operaciones aeroportuarias y aéreas, ya que toma en cuenta todos los elementos de coordinación entre los proveedores de servicios de navegación aérea.

15.6. TMI

“Las iniciativas de gestión de tránsito son técnicas utilizadas para gestionar la demanda de tránsito aéreo sobre la base de la capacidad del sistema. Algunas TMI deben ser consideradas como instrucciones o procedimientos de control. La determinación se basa en la magnitud del evento, el proceso de coordinación y la duración del evento.” (ICAO, 2010)

Estas medidas usadas por la oficina de ATFM busca de alguna manera optimizar el espacio aéreo, regularizando generalmente bajo tiempos los movimientos de las aeronaves y así evitar, gastos de combustible extra, saturación del espacio aéreo y demoras en las infraestructuras aeroportuarias, A continuación, se explicarán las principales medidas aplicadas a Colombia.

15.6.1. Ground Delay Program (GDP)

El programa de demora en tierra es la principal medida TMI aplicable y usada en el Aeropuerto El Dorado, la OACI lo define de la siguiente manera:

“Un GDP es un proceso de gestión del tránsito (TM) administrado por la FMU, donde las aeronaves son retenidas en tierra con el fin de gestionar la capacidad y la demanda en un lugar específico, mediante la asignación de turnos de llegada. El propósito del programa es apoyar la misión de la TM y limitar la espera en vuelo. Se trata de un programa flexible que puede ser implantado de diversas maneras, dependiendo de las necesidades del sistema de tránsito aéreo”

(ICAO, 2010). A continuación, se mostrará una imagen donde se evidencia el momento en que se aplica un GDP para Bogotá.

ACID	COBT	Program Delay
ARE4115	26/0145	37
ARE4025	26/0141	61
ARE4197	26/0158	119
ARE4072	26/0149	53
ARE4015	26/0246	163
ARE4074	26/0306	70
ARE4029	26/0326	59
ARE4211	26/0334	171
ARE4169	26/0351	163
ARE4183	26/0350	1
ARE4171	26/0424	47
ARE4155	26/0358	26
ARE4117	26/0410	34
ARE4137	26/0426	161
ARE4076	26/0527	155

Ilustración 1 Tabla de demoras para Aerolínea LATAM del 25 de febrero de 2020.

En la imagen anterior se puede ver los siguientes datos:

ACID: Numero de vuelo de operador.

COBT: Hora calculada de rodaje de vuelo.

PROGRAM DELAY: Demora programada para el vuelo expresada en minutos con relación a su hora de itinerario.

15.6.2. Espera en vuelo.

La espera de aeronaves en vuelo es una TMI comúnmente utilizada, especialmente cuando se anticipa su aplicación debido al volumen de tránsito, las condiciones meteorológicas, una interrupción eléctrica, o un evento inesperado, etc. (ICAO, 2010)

15.6.3. Equilibrio entre puntos de referencia.

Este método asigna a la aeronave un punto de referencia distinto al planificado en el plan de vuelo, esto con el fin de distribuir la demanda del aeropuerto de forma equilibrada.

15.6.4. Ground Stop. (GS)

La GS es un proceso por el cual las aeronaves que cumplen con ciertos criterios específicos deben permanecer en tierra. Debido a que éste es uno de los métodos de gestión de tránsito más restrictivos, se debería explorar e implantar otras iniciativas de ser el caso. (ICAO, 2010)

Para el GS puntualmente, la OACI en determinadas ocasiones ha determinado la gravedad del uso de esta medida, puesto que en muchas ocasiones las aeronaves quedan detenidas en mitad de calles de rodaje lo cual representa un riesgo para cualquier otra aeronave y requiere la especial atención del ATC.

La OACI recomienda el uso de esta medida en las siguientes ocasiones:

- En aquellos casos donde la capacidad se ha reducido significativamente en los aeropuertos/pista cerrados para el retiro de la nieve, o por accidentes/incidentes de aeronaves);
- Para evitar períodos prolongados de espera en vuelo.
- Para evitar que el sector/centro alcance niveles de cuasi-saturación o de paralización del aeropuerto.
- En caso que una instalación no pueda o esté parcialmente imposibilitada de brindar servicios ATC debido a circunstancias imprevistas.
- Cuando los encaminamientos no están disponibles debido a clima severo o eventos catastróficos.

Todos los métodos anteriormente expresados son usados sin embargo el principal es el GDP, la razón es que para cualquiera de las medidas TMI expresadas anteriormente requieren una persona encargada de verificar el estado de la aeronave en todo momento, mientras que con el

GDP Solo basta con determinar la hora de operación del vuelo y será suficiente para el ordenamiento del espacio.

15.7. ¿Qué es el SLOT?

El SLOT, expresado como Space Limit Over traffic, es un intervalo de tiempo declarado, en una franja horario para el aeropuerto con medida TMI. Expresado en horas, minutos. Usado para declarar una hora de operación para los vuelos entre una franja de operación. Este SLOT podrá ser modificado según la necesidad del ACC en conjunto con el ATFM.

15.7.1. Slot Operacional.

Es la asignación de una hora específica para el inicio de un vuelo si es originando en Bogotá, o para la hora de aterrizaje de un vuelo si es un vuelo desde alguna base hacia la ciudad de Bogotá. Es de obligación que todo operador (Aerolínea) disponga de un slot asignado durante el GDP exceptuando aquellas operaciones que se realicen de tipo ESPECIAL. Si la operación se hace bajo transporte público este debe tener un slot asignado y previamente reservado.

16. ANÁLISIS DE RESULTADOS

16.1 Retrasos en Salidas

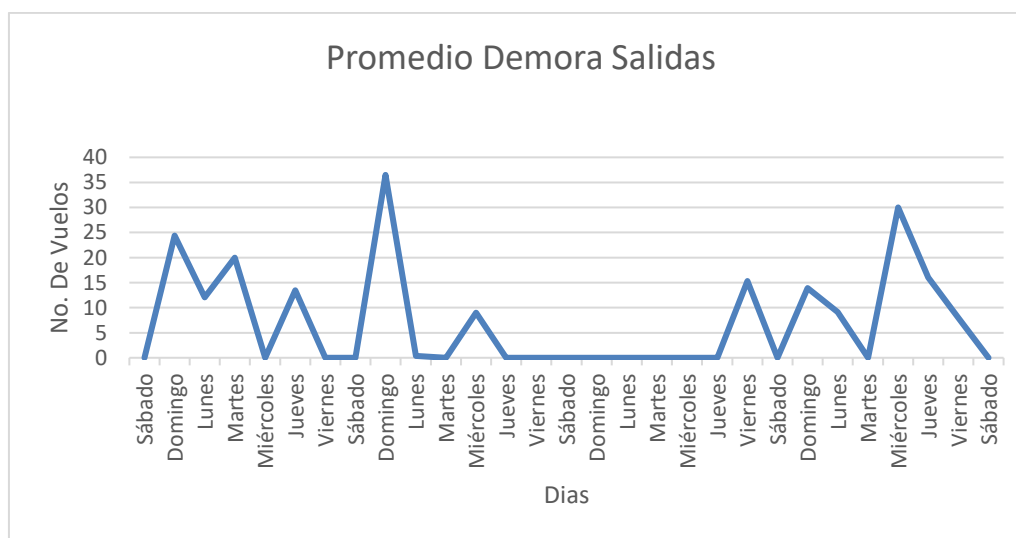


Ilustración 2.

Con base en la ilustración 2. Se puede concluir desde el primer sábado de febrero al medio día y hasta el domingo al medio día 25 vuelos tuvieron retrasos, y del domingo al mediodía hasta el lunes medio día disminuyeron los vuelos retrasados a 13. Entre lunes medio día hasta martes medio día se tuvieron 20 vuelos con retrasos. Del martes medio día al miércoles medio día se normalizo el tránsito aéreo para las salidas de los vuelos en esta franja horaria. Entre miércoles al viernes medio día se evidencio un retraso en 13 vuelos. Del viernes medio día al sábado medio día las salidas estuvieron a tiempo. Del sábado medio día hasta lunes medio día de presento demoras en casi 37 vuelos. Del 2do lunes y hasta el martes al medio día no se presentaron retrasos. Entre el martes medio día al jueves medio día se presentaron demoras en 10 vuelos. Desde el 2do jueves y hasta el 3er jueves no se presentó ninguna demora en las salidas de los vuelos. A partir del 3er jueves medio día y hasta sábado medio día se presentaron demoras en 15 vuelos y entre el sábado medio día y hasta el 4to martes del mes se evidenciaron 14 retrasos de vuelos. Entre martes medio día y miércoles medio día se noto un pico de 30 retrasos de vuelos y entre el miércoles medio día y hasta el 4to sábado del mes disminuyo normalizándose las salidas ese último día.

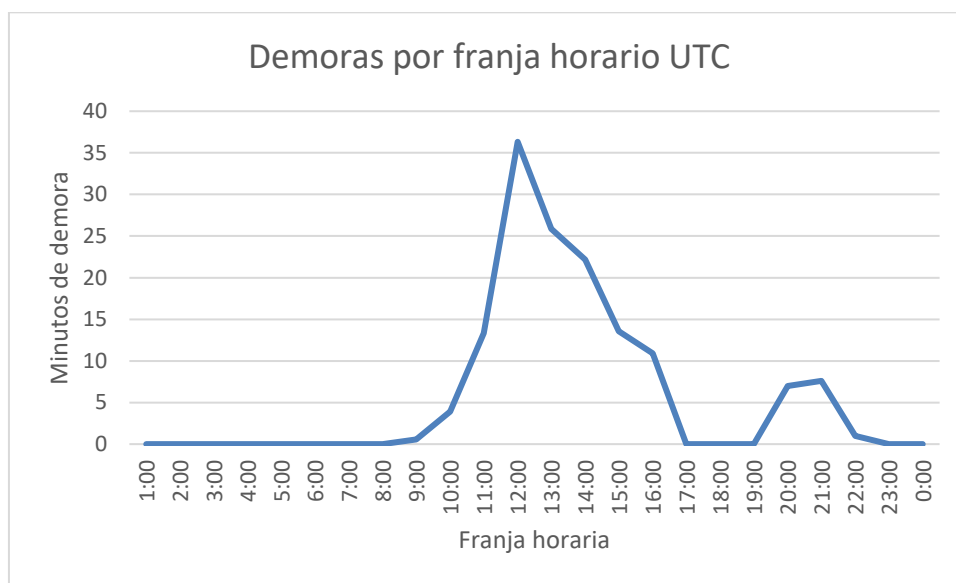


Ilustración 3

Con base en la ilustración 3. Se puede concluir que las demoras según la franja horaria comenzaron desde las 9:00 UTC llegando a su pico mas alto sobre las 12 UTC generando un

retraso en 37 minutos el cual luego empezó a descender generando demoras de 26 minutos sobre las 13:00 UTC.



Ilustración 4

Con base en la ilustración 4. Se puede concluir que entre el 1er sábado hasta el domingo 150 vuelos presentaron retrasos, entre el domingo hasta el lunes 160 vuelos aproximadamente presentaron retrasos, pero entre lunes hasta el martes se normalizaron los tiempos de salidas. El miércoles y hasta el jueves se presentaron demoras en 140 vuelos normalizándose nuevamente al viernes. Entre viernes y sábado no se presentaron retrasos en las salidas. El 2do sábado y el domingo de presentaron demoras en 240 vuelos aproximadamente y hasta el lunes disminuyeron los retrasos hasta 30 vuelos. Entre lunes y martes se normalizaron las salidas y hasta el 4to sábado no se volvieron a presentar demoras en las salidas. El 4to sábado y hasta el domingo se presentaron demoras en 145 vuelos, y entre domingo y lunes descendieron los retrasos a 35 vuelos solamente. Entre 4to lunes y martes disminuyeron los retrasos nuevamente normalizándose los tiempos en las salidas.

Cabe resaltar que de 4 domingos que tiene el mes 3 en específico presentaron demoras, equivalentes a un 75% de los domingos del mes, esta característica se encuentra directamente relacionada al cierre de una de las pistas del aeropuerto por calibración de las radioayudas tal como se evidencia en la ilustración 5.

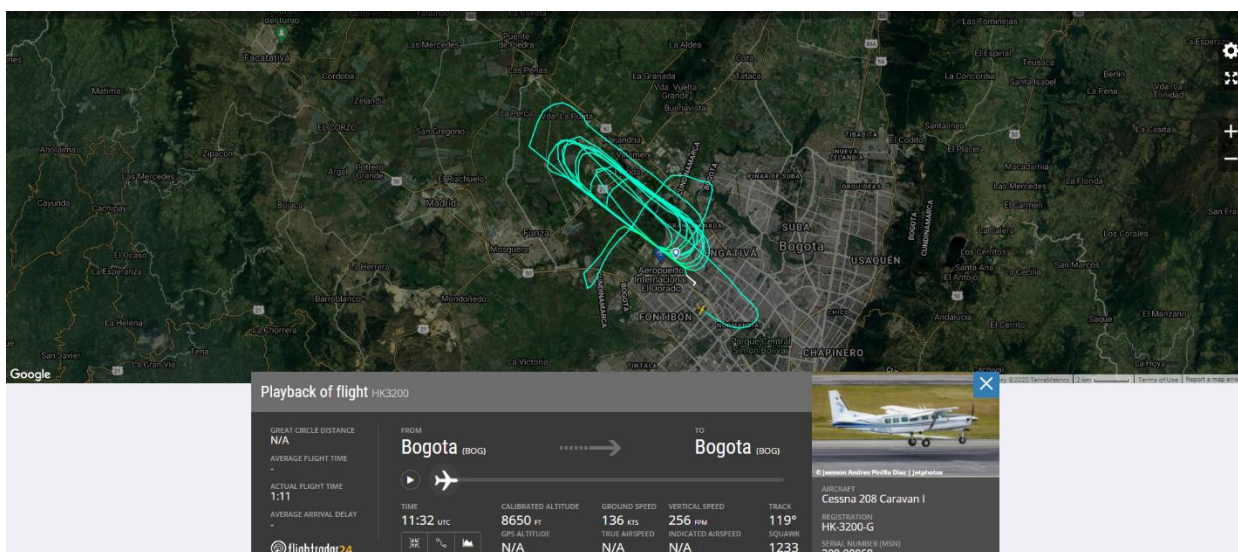


Ilustración 5. Línea de vuelo de calibración

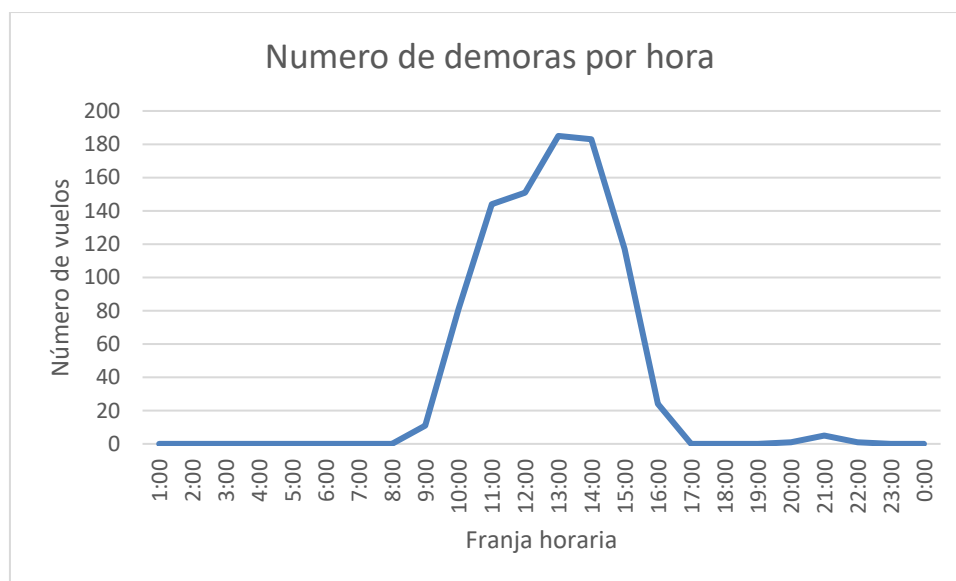


Ilustración 6

Con base en la ilustración 6. Se puede evidenciar que desde las 8:00 UTC hasta las 13:00 UTC hay un incremento en el número de vuelos retrasados para salir del aeropuerto El Dorado alcanzando los 185 vuelos retrasados, posteriormente este valor comienza a disminuir hasta normalizarse la operación a las 17:00 UTC equivalente a las 12:00 m hora colombiana. Estas demoras se presentan principalmente en ese intervalo de horas debido a que las aerolíneas comienzan operaciones desde las 5:00 am es decir las 10:00 UTC.

16.2 Retrasos en Llegadas

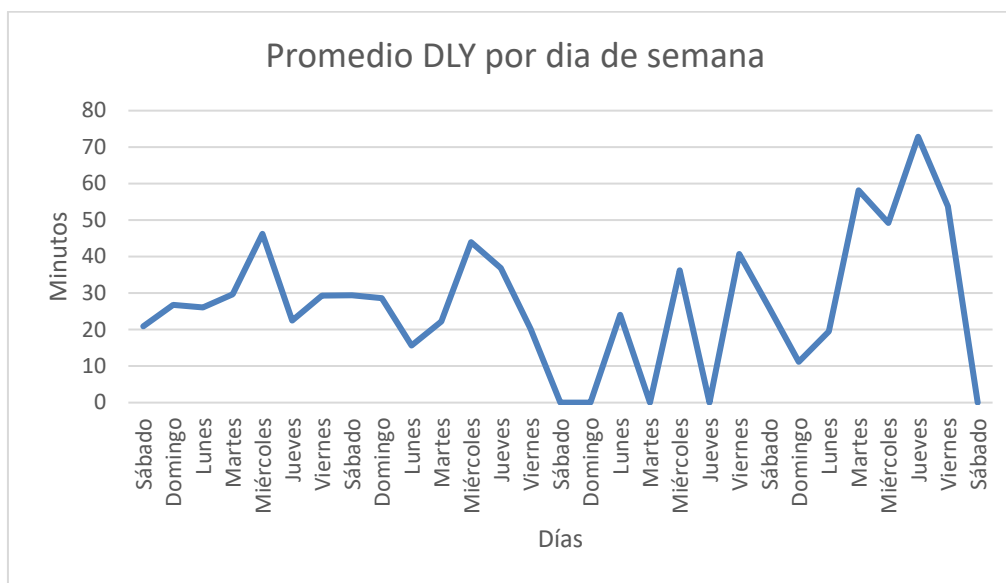


Ilustración 7

Con base en la ilustración 7. se puede concluir que los retrasos en las llegadas de los vuelos al aeropuerto no presentan una tendencia, su dispersión es alta oscilando en promedio entre 10 a 70 minutos de retraso, durante el mes analizado sólo 5 días no se presentaron retrasos en las llegadas equivalente al 16% de mes.

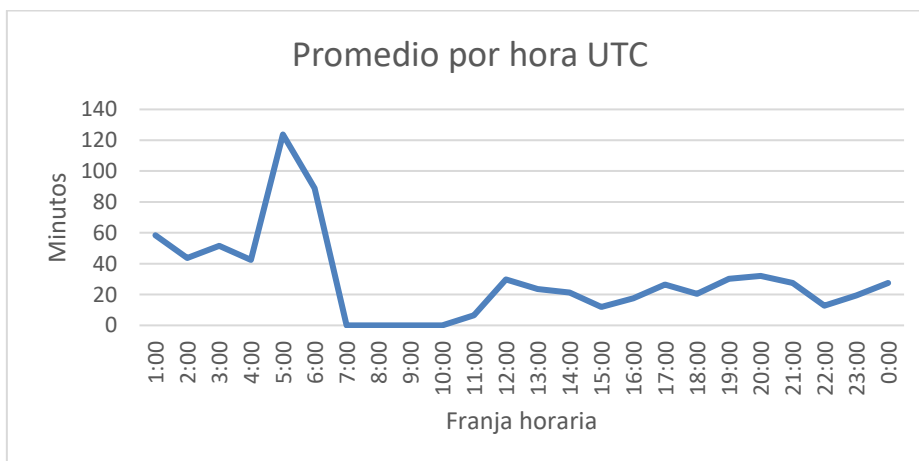


Ilustración 8

Con base en la ilustración 8. Se puede concluir que las horas en las cuales se evidencia retrasos en las llegadas de los vuelos al aeropuerto ElDorado oscilan entre las 22:00 y 5:00 UTC

equivalentes a 17:00 pm y 00:00 am hora estándar respectivamente. Estas demoras se deben a número de vuelos operando en estas franjas horarias donde la mayoría de personas generalmente retornan a su residencia en este caso Bogotá.

En el resto del día el número de vuelos que presentan retrasos varían entre 20 a 40 minutos en promedio, así mismo se puede observar que entre las 7:00 a 10:00 UTC en el mes estudio no se evidenció demoras en las llegadas, posiblemente por el bajo número de vuelos ya que a estas horas las personas se encuentran saliendo a laborar.



Ilustración 9

Con base en la ilustración 9. Se puede concluir que todos los días del mes de febrero de 2020 hubo retrasos en vuelos a excepción de 5 días en especial, donde no se presentó ninguna demora, adicionalmente se puede observar que hacia final de mes en la última semana se presentó un incremento de número de demoras alcanzado el valor de 700 retrasos de vuelos entrantes a la ciudad de Bogotá en un día.



Ilustración 10

Con base en la ilustración 10. Se puede concluir que desde las 15:00 UTC se presenta una tendencia de aumento en el número de vuelos retrasados hasta las 23:00 UTC (18:00 pm) debido que la mayoría de las personas retornan nuevamente a su ciudad de origen, sin embargo, se evidencia un fuerte aumento después de las 21:00 UTC alcanzando más de 800 vuelos demorados, haciendo un recuento de vuelos retrasados desde las 22:00 UTC hasta las 4:00 UTC para el mes de febrero de 2020 hubo un total de 4958 vuelos.

16.3. Demoras por aerolínea.

En el análisis de caso se filtro el numero de vuelos demorados saliendo de las principales aerolíneas operando en Colombia, para los vuelos saliendo y llegando de Bogotá se verifica los principales afectados a las Aerolíneas Avianca y LATAM, siendo los mayores operadores de vuelos, como se determina en la Ilustración 11 que se encuentra a continuación.

Es de aclarar que la proporción de afectación entre los principales operadores en Bogotá es semejante para los vuelos llegando y saliendo de Bogotá.

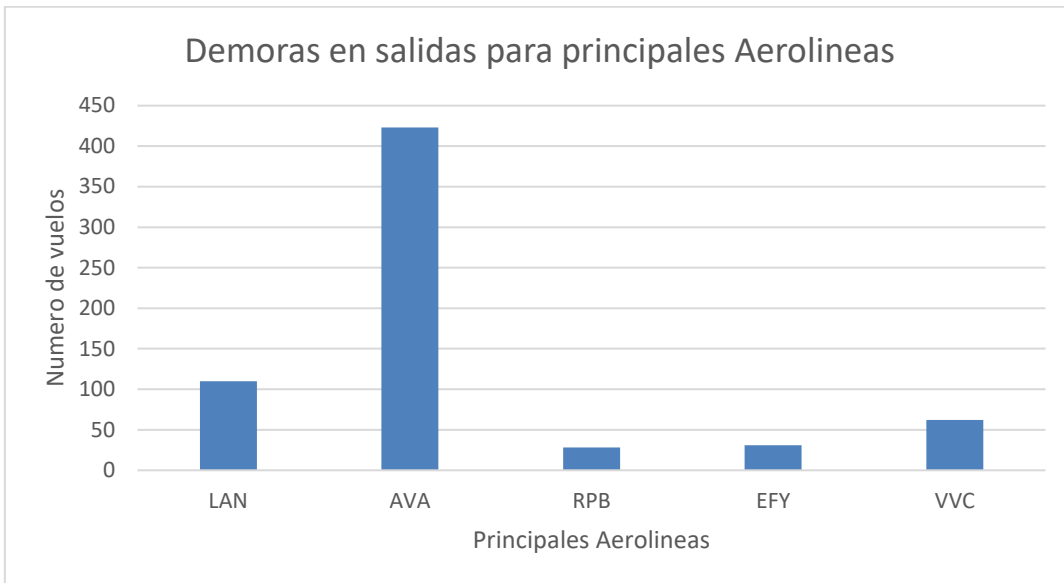
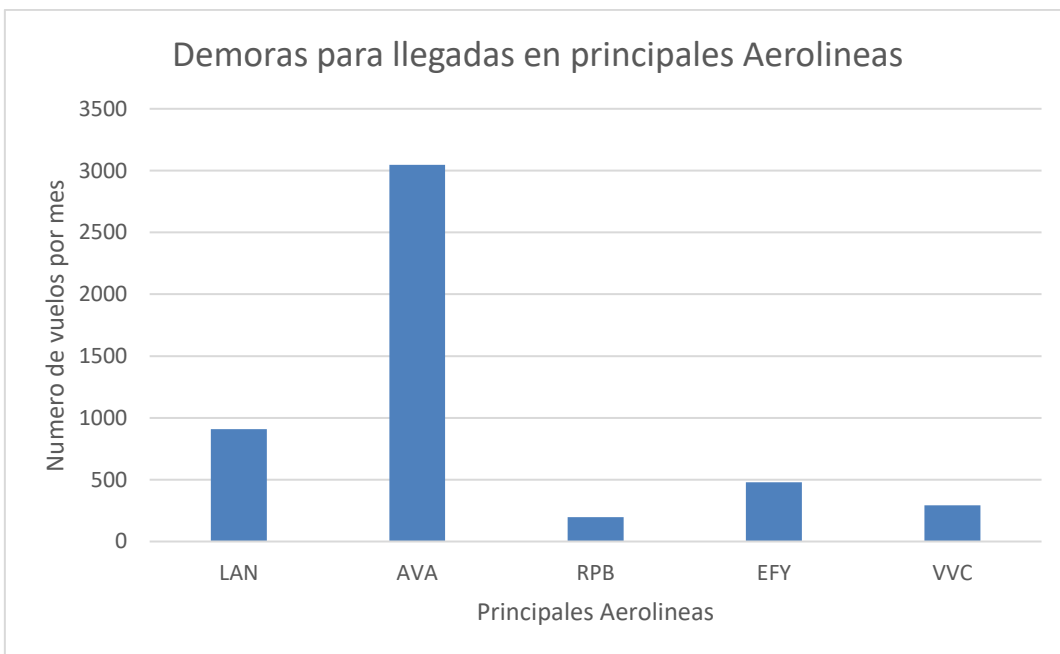


Ilustración 11 Demoras en salidas por Aerolínea



17. ANEXOS

16.4. Anexo #1

La información recolectada en formato Excel se encuentra disponible dando [Clic Aquí](#).

18. CONCLUSIONES

El GDP como principal medida TMI a tomar para la optimización del espacio aéreo, genera demoras programadas en tierra para las aeronaves desde y hacia el Aeropuerto de Bogotá. Para el estudio de investigación se recolectó información de vuelos demorados por GDP para 36 de las principales aerolíneas que operan en el Aeropuerto ElDorado.

Tal como evidencia en la investigación realizada y en el análisis de resultados se identifica que las causas y demoras en las llegadas y salidas en los vuelos durante el mes de febrero 2020 que, durante la primera y última semana, específicamente los viernes sábado y domingos se generó el mayor volumen de retrasos en los vuelos. Y sobre el medio día (12:00 m) se evidenció el pico mas alto en el numero de vuelos retrasados. Lo anterior debido a días nublados que ocasionaron limpiezas en las pistas, revisiones a las aeronaves previas al vuelo y sobredemanda de la capacidad declarada del aeropuerto. Adicionalmente se requiere la calibración de radioayudas, el cual es un método obligatorio que permite dar referencia a los destinos planificados y distribuye la demanda en el aeropuerto. No obstante, es una de las causales de las demoras de entradas y salidas de los vuelos en el aeropuerto ElDorado.

A través de los registros en bases de datos consultadas de las aerolíneas, se pudo diagnosticar que las demoras de entrada y salida de vuelos en el aeropuerto Eldorado de Bogotá, conforme al slot operacional oscilan en promedio entre 1 – 120 min desde que inició la operación programada hasta que realmente se realizó, presentando sus picos más altos al inicio y final del mes de febrero 2020, toda vez que en ciertas horas la demanda de vuelos incrementa, conforme a solicitud de viajeros que prefieren volar en ciertas horas, específicamente entre las 5 am y 12:00

m, asimismo medidas TMI como el GS (Ground Stop) se implementan cuando se presenta meteorología adversa.

Con el análisis de los datos registrados por las aerolíneas, se logró determinar que las aerolíneas con mayor afectación en las demoras en los vuelos llegando y saliendo del Aeropuerto ElDorado en el mes de febrero del 2020 son Viva Air, Easy Fly, Copa Airlines, LATAM y Avianca. Sin embargo, de estas las que presentan de estas las que generan mayor afectación son Avianca y LATAM entendiendo que son las aerolíneas que operan mayor número de vuelos.

Dado los resultados de esta investigación, se pudo establecer que una de las consecuencias más relevantes de las aerolíneas fue que durante el mes de febrero del 2020, entre las 4 pm - 11 pm se originó demoras a más de 4958 vuelos afectando un promedio 520.000 viajeros aproximadamente, afectando su reputación a nivel mundial, debido a la calificación obtenida ese mes. Adicionalmente genera un mal ambiente entre los viajeros que deben esperar un tiempo indeterminado para poder volar.

19. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A. C. (11 de Julio de 2019). Obtenido de Revista Portafolio:

<https://www.portafolio.co/negocios/se-deberia-disminuir-numero-de-operaciones-en-el-dorado-530515>

Aeronautica Civil de Colombia. (27 de Octubre de 2016). *Aeronautica Civil de Colombia*.

Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/atfcm>

Aeronautica Civil de Colombia. (3 de Octubre de 2017). *aerocivil.gov.co*. Obtenido de

<http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/PublishingImages/planes-de-navegacion-aerea-para-colombia/BORRADOR%20PNA%20COL%20VOL%20I%20v08%203%20oct.pdf>

Aeronautica Civil de Colombia. (16 de Julio de 2020). *www.aerocivil.gov.co*. Obtenido de

<http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/10%20ENR%201.9.pdf>

Beltran Plazas, C. A. (2018). *Optimización de las operaciones aereas en el aeropuerto internacional Eldorado*. Obtenido de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35822/BeltranPlazasCamiloA%20ndres2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caracol Radio. (20 de Octubre de 2016). *Caracol Radio*. Obtenido de

https://caracol.com.co/emisora/2016/10/20/bogota/1476976524_171462.html

Deslauriers, J.-P. (2004). *Investigación Cualitativa*. Pereira: Editorial Papiro.

Eurocontrol . (01 de Noviembre de 2016). *Single European Sky performance*. Obtenido de

<https://www.eurocontrol.int/prudata/dashboard/metadata/airport-atfm->

- Revista Dinero. (19 de Febrero de 2012). *www.dinero.com*. Obtenido de <https://www.dinero.com/actualidad/articulo/continuan-restricciones-aeropuertos-del-pais/145108>
- Revista portafolio. (23 de Octubre de 2016). *portafolio.co*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/por-que-los-itinerarios-en-los-aeropuertos-no-se-cumplen-501188>
- Revista Portafolio. (20 de Septiembre de 2019). *portafolio.co*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/demoras-en-vuelos-en-el-aeropuerto-el-dorado-533767>
- Revista Semana. (18 de Octubre de 2019). *semana.com*. Obtenido de <https://www.semana.com/on-line/nacion/articulo/ampliacion-del-aeropuerto-el-dorado/636524>
- Revista Semana. (10 de Octubre de 2019). *semana.com*. Obtenido de Semana Web Site: <https://www.semana.com/on-line/nacion/articulo/ampliacion-del-aeropuerto-el-dorado/636524>
- Revista Semana. (29 de Marzo de 2019). *Semana.com*. Obtenido de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/el-dorado-el-tercer-mejor-aeropuerto-de-america-latina/607172>
- Torre del dorado periodismo Aeronautico. (30 de Enero de 2020). *Torredorado.co*. Obtenido de <https://torreeldorado.co/las-demoras-en-el-aeropuerto-eldorado/>
- UAEAC. (14 de Febrero de 2012). *GUIA PARA LA GESTION DE LA UNIDAD DE FLUJO COLOMBIA*. Obtenido de http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/normatividad/CIRCULARES%20FMU/CI%20057%20-%20V1.pdf&action=default
- UAEAC. (Diciembre de 2015). *Reglamentos Aeronauticos de Colombia Parte 6*. Obtenido de www.aerocivil.gov.co:

<http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/VERSION%20DIC%2031%202015/RAC%20%206%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Tr%C3%A1nsito%20A%C3%A9reo.pdf>

UAEAC. (27 de Octubre de 2016). Obtenido de Aerocivil.gov.co:

<http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/atfcm>

UAEAC. (20 de Julio de 2020). *Aerocivil.gov.co*. Obtenido de ENR 1.9 Organización de afluencia de tránsito aéreo.: <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/10%20ENR%201.9.pdf>

Wuensch, K. L. (14 de Junio de 2004). *Independent Variables and Dependent Variables*.

Obtenido de core.edu.co: <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/StatHelp/IV-DV.htm>