

INFORME DE TÉCNICO DEL CUARTO MES DE
IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PILOTO EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
D.C.



AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial

INFORME TÉCNICO DEL CUARTO
MES DE MARCHA DEL PLAN PILOTO.

Contrato No. 18001608 H3 – 2018

 **Ingeniería**



TABLA DE CONTENIDO.

1	INTRODUCCIÓN.....	7
2	RESULTADOS OPERACIONALES Y TÉCNICOS DE NIVELES DE RUIDO.....	8
2.1	RESULTADOS OPERACIONALES.....	8
2.2	VARIACION DE LA OPERACIÓN AEREA.....	11
2.3	RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO CUARTO MES DE IMPLEMENTACIÓN.....	19
2.3.1	Periodo representativo antes del Plan Piloto – Estaciones OACI –.....	20
2.3.2	Niveles equivalentes de ruido aeronáutico Plan Piloto– Estaciones OACI –.....	28
2.3.3	Comparación de niveles de ruido vs cantidad de operaciones.....	35
3	REGISTRO HISTÓRICO DE NIVELES DE RUIDO AERONÁUTICO.....	40
4	INCERTIDUMBRE.....	53
4.1	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA.....	53
5	CONCLUSIONES.....	55



TABLA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Días y cantidad de operaciones aéreas sobre las cabeceras 13_L y 13_R. 9

Ilustración 2. Porcentajes de implementación de Plan Piloto de 05:00 a 05:59. 10

Ilustración 3. Porcentajes de implementación de Plan Piloto de 22:00 a 23:59. 11

Ilustración 4. Cantidad de operaciones por cabecera vs niveles de ruido en el horario de 00:00 a 04:59. 12

Ilustración 5. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 00:00 a 04:59. 12

Ilustración 6. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 00:00 a 04:59. 13

Ilustración 7. Cantidad de operaciones por capítulo de ruido en el horario de 05:00 a 05:59. 14

Ilustración 8. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 05:00 a 05:59. 15

Ilustración 9. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 05:00 a 05:59. 15

Ilustración 10. Cantidad de operaciones por capítulo de ruido en el horario de 22:00 a 23:59. 17

Ilustración 11. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 22:00 a 23:59. 18

Ilustración 12. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 22:00 a 23:59. 18

Ilustración 13. Proyección de Rutas aéreas y ubicación de estaciones EMRI. 19

Ilustración 14. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, agosto 2019. 21

Ilustración 15. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 05:00 a 05:59, agosto 2019. 21

Ilustración 16. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, agosto 2019. 22

Ilustración 17. Ilustración 18. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, agosto 2019. 22

Ilustración 19. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, septiembre 2019 23

Ilustración 20. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 05:00 a 5:59, septiembre 2019 24

Ilustración 21. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, septiembre 2019 24



Ilustración 22. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, septiembre 2019 25

Ilustración 23. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, octubre 2019 26

Ilustración 24. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 5:00 a 5:59, octubre 2019 27

Ilustración 25. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, octubre 2019 ... 27

Ilustración 26. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, octubre 2019 ... 28

Ilustración 27. Niveles equivalente de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (05:00-05:59)..... 29

Ilustración 28. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (22:00-22:59)..... 29

Ilustración 29. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (23:00-23:59)..... 30

Ilustración 30. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (05:00-05:59)..... 30

Ilustración 31. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (22:00-22:59)..... 31

Ilustración 32. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (23:00-23:59)..... 31

Ilustración 33. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (05:00-05:59)..... 32

Ilustración 34. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (22:00-22:59)..... 33

Ilustración 35. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (23:00-23:59)..... 33

Ilustración 36. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (05:00-05:59)..... 34

Ilustración 37. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (22:00-22:59)..... 34

Ilustración 38. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (23:00-23:59)..... 34

Ilustración 39. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (00:00-04:59). 35

Ilustración 40. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (00:00-04:59) 36

Ilustración 41. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (05:00-05:59). 37

Ilustración 42. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (05:00-05:59)	37
Ilustración 43. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (22:00-22:59). 38	
Ilustración 44. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (22:00-22:59)	39
Ilustración 45. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (23:00-23:59). 39	
Ilustración 46. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (23:00-23:59)	40
Ilustración 47. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_2.....	41
<i>Ilustración 48. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_3.....</i>	<i>41</i>
Ilustración 49. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.....	42
Ilustración 50. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_7.....	42
Ilustración 51. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.....	43
Ilustración 52. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_5.....	43
Ilustración 53. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_11.....	44
Ilustración 54. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.....	44
Ilustración 55. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.....	45
Ilustración 56. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.....	45
Ilustración 57. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_17.....	46
Ilustración 58. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_5.....	46
Ilustración 59. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_11.....	47
Ilustración 60. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.....	47
Ilustración 61. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_3.....	48
Ilustración 62. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.....	48
Ilustración 63. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.....	49
Ilustración 64. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.....	49
Ilustración 65. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.....	50
Ilustración 66. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_7.....	50
Ilustración 67. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.....	51
Ilustración 68. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_17.....	51
Ilustración 69. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.....	52



Ilustración 70 Incertidumbre de medición combinada y expandida de las estaciones EMRI_1 a EMRI_15.....	54
Ilustración 71 Incertidumbre de medición combinada y expandida de las estaciones EMRI_16 a EMRI_33	54

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Tabla de implementación de Plan Piloto.....	9
Tabla 2 Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.....	53



1 INTRODUCCIÓN.

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil en su responsabilidad social y ambiental, constantemente evalúa y replantea diferentes métodos de mitigación de los impactos que se generan por la operación aérea y que como toda industria representa retos ambientales de los cuales responde con medidas sostenibles.

En este marco de responsabilidad sostenible, se adelanta la medida de implementación en la reconfiguración de las pistas que actualmente operan en el Aeropuerto Internacional El Dorado y que se efectúan bajo la modificación de licencia ambiental mediante la Resolución 1034 del 2015 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. De esta forma se busca mediante el Plan Piloto, dado por la Resolución 1842 del 2019, reducir los niveles de ruido en franjas horarias objeto de flexibilización y a su vez optimizar la eficiencia de operaciones redistribuyendo sin representar un incremento cuantitativo en las mismas.

Por lo tanto, este documento describe las acciones y resultados técnicos desarrollados en el transcurso del cuarto mes de ejecución del denominado Plan Piloto dentro del marco del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental del contrato de Consultoría No. 18001608H3 de 2018 entre la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) y la empresa K-2 INGENIERÍA S.A.S. Por medio de este documento, se especificará las actividades en el marco de la implementación y puesta en marcha del Plan Piloto, a corte del cuarto mes desde el 18 de febrero del 2020 hasta el 14 de marzo del 2020, junto con los resultados de niveles de ruido evidenciados en este tiempo, de forma que los datos recolectados sean objeto de evaluación y seguimiento al Plan Piloto.

2 RESULTADOS OPERACIONALES Y TÉCNICOS DE NIVELES DE RUIDO.

2.1 RESULTADOS OPERACIONALES

- TERCER MES DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PILOTO

En el marco de la implementación del denominado Plan Piloto a partir de la Resolución 01980 del 02 de octubre de 2019 por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y, el seguimiento continuo a las operaciones aéreas que se vienen realizando desde la fecha de inicio 18 de noviembre a partir de las 5:00 A.M. Así, se han presentado los siguientes eventos y operaciones que son objeto de evaluación y de regulación por parte de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

Por lo tanto, a continuación, se desglosará la información correspondiente a los respectivos días y horarios en los cuales se ha implementado la configuración operacional planteada en la Resolución 01980 del 02 de octubre del 2019, en el tiempo de evaluación del 18 de febrero del 2020 hasta el 14 de marzo del 2020

MODO DE OPERACIÓN		
FECHA	05:00-05:59	22:00-23:59
18/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
19/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
20/02/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
21/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
22/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
23/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
24/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
25/02/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
26/02/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
27/02/2020	PLAN PILOTO	PLAN PILOTO
28/02/2020	PLAN PILOTO	PLAN PILOTO
29/02/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
01/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
02/03/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
03/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
04/03/2020	PLAN PILOTO	PLAN PILOTO
05/03/2020	PLAN PILOTO	PLAN PILOTO
06/03/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
07/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
08/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034
09/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
10/03/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
11/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034

12/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	PLAN PILOTO
13/03/2020	PLAN PILOTO	RESOLUCIÓN 1034
14/03/2020	RESOLUCIÓN 1034	RESOLUCIÓN 1034

Tabla 1. Tabla de implementación de Plan Piloto.

En la Tabla 6, se describe la metodología de operación implementada en los horarios de evaluación de 05:00 a 05:59 y de 22:00 a 23:59. Sin embargo, la Resolución 01980 del 02 de octubre del 2019 adopta tres horarios de restricción, en el cual se incluye el rango horario de 00:00 a 04:59, estableciendo una operación enfrentada sin sobrevolar la ciudad, teniendo en cuenta que no se permiten operaciones de aeronaves modelo Boeing 727-200, Boeing 737-200 y McDonnell Douglas o Boeing MD-11 sobre la cabecera 13_R, ubicada en la pista sur del Aeropuerto Internacional ElDorado. Por tal motivo, se realiza un seguimiento de la operación aérea en las cabeceras 13_L y 13_R como se puede observar en la siguiente ilustración.

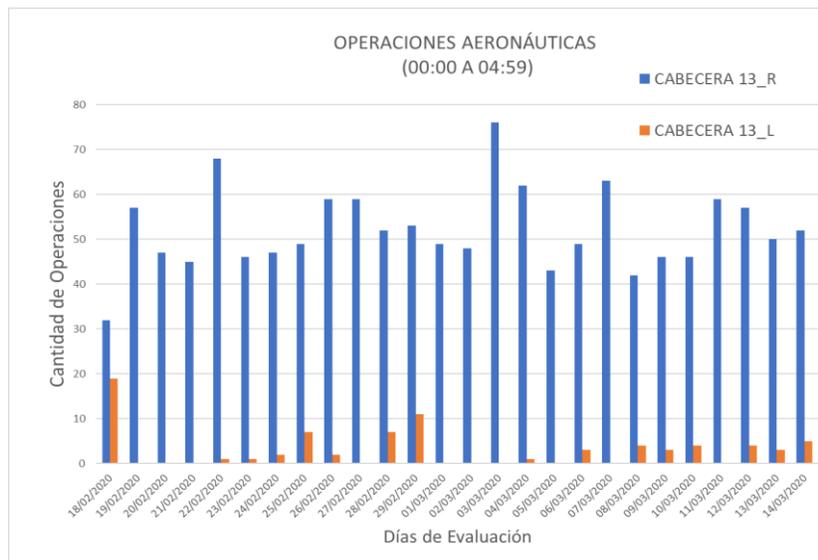


Ilustración 1. Días y cantidad de operaciones aéreas sobre las cabeceras 13_L y 13_R.

De esta de manera, se verificaron todos los días en los cuales se realizaron operaciones aéreas por la pista sur, en sentido oriente-occidente, con los modelos de aeronaves nombrados anteriormente. Por tal motivo, la UAEAC ha tomado las acciones pertinentes sobre las operaciones realizadas con los modelos establecidos en la cortapisa sobre la cabecera 13_R. Sin embargo, se evidencia una reducción de 3.7 puntos porcentuales con respecto al mes anterior, en los eventos aeronáuticos desarrollados con los modelos anteriormente nombrado, dando un cumplimiento al 99,6% de la restricción establecida por el notam. De igual forma, los análisis de ruido aeronáutico realizados sobre las cabeceras 13_L y 13_R, permiten asociar el impacto de ruido producto de la operación aérea y los efectos de las respectivas restricciones de operación.

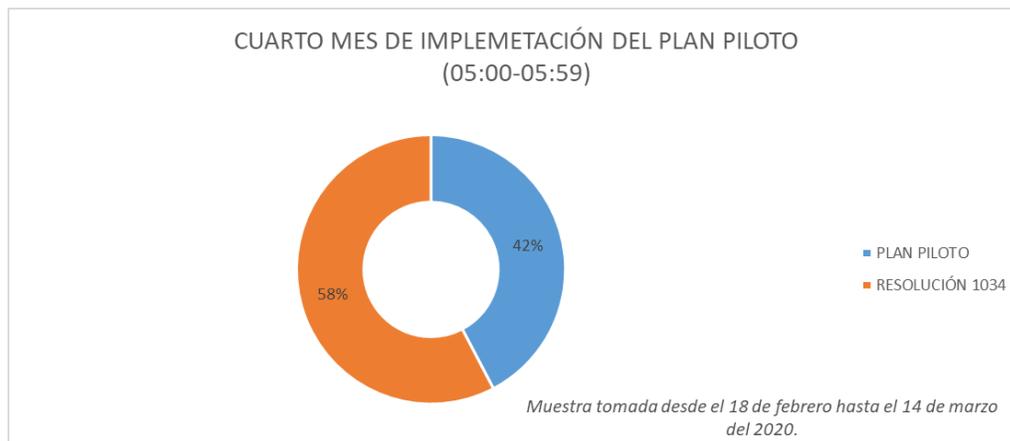


Ilustración 2. Porcentajes de implementación de Plan Piloto de 05:00 a 05:59.

Consecuente al seguimiento realizado en la implementación de la configuración operacional para el Plan Piloto, se encontraron quince días en los cuales se desarrollaron las operaciones aéreas con respecto a lo establecido en la Resolución 1034 del 2015 en el horario de 05:00 a 05:59. Debido a las condiciones meteorológicas presentadas en el horario de 22:00 a 23:59 los días anteriores, por tal motivo, y por razones de seguridad operacional se realizó un cambio en la configuración operacional, dispuesto así por el operador aéreo de turno.

Por tal motivo, los días 18, 20, 21, 22, 23, 25 y 29 de febrero, además de los días, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 13 y 14 de marzo, dando consecuencia a lo considerado en el Artículo Primero del Auto 12030 del 30 de diciembre del 2019, que da seguimiento a la Resolución 1980 del 2019 en el horario de 22:00 a 23:59, no se efectuó la configuración dispuesta en el Plan Piloto. Por tal motivo, no se procedió a implementar la configuración de Plan Piloto de 05:00 a 05:59 de la mañana del día los días 18, 19, 21, 22, 23, y 26 de febrero, además de los días, 1, 3, 7, 8, 9, 11, 12 y 14 de marzo, logrando hacer cumplimiento a los requerimientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

El 42% de la operación aérea, correspondiente a los 11 días restantes de evaluación en la franja horaria de 05:00 a 05:59, se estableció una configuración de operación como lo establece el denominado Plan Piloto. De igual forma, producto del monitoreo diario realizado por el SVCA, se verificó según el tipo de operación, que el impacto de ruido aeronáutico no fuera significativo en ninguna de las dos metodologías planteadas, por medio del seguimiento a las aeronaves que cuentan con capítulo III de ruido, según lo recomienda La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Por tal motivo, el análisis correspondiente a los capítulos de ruido asociados a cada una de las operaciones aéreas desarrolladas en la ejecución del denominado Plan Piloto se evidencia en el II capítulo del presente informe.

En el último horario de evaluación, establecido desde las 22:00 a las 23:59, se presentaron quince días en los cuales se ejecutó una operación como lo establece la Resolución 1034 del 2015, producto de las condiciones meteorológicas presentadas los días 18, 20, 21, 23, 25 y 29 de febrero, además de los días, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 13 y 14 de marzo, únicamente el día 22 de febrero por condiciones de congestión en el espacio aéreo no se realizó la implementación del Plan Piloto. Sin embargo, los 11 días restantes se ejecutaron con respecto a lo establecido en la restricción de operación del Plan Piloto.

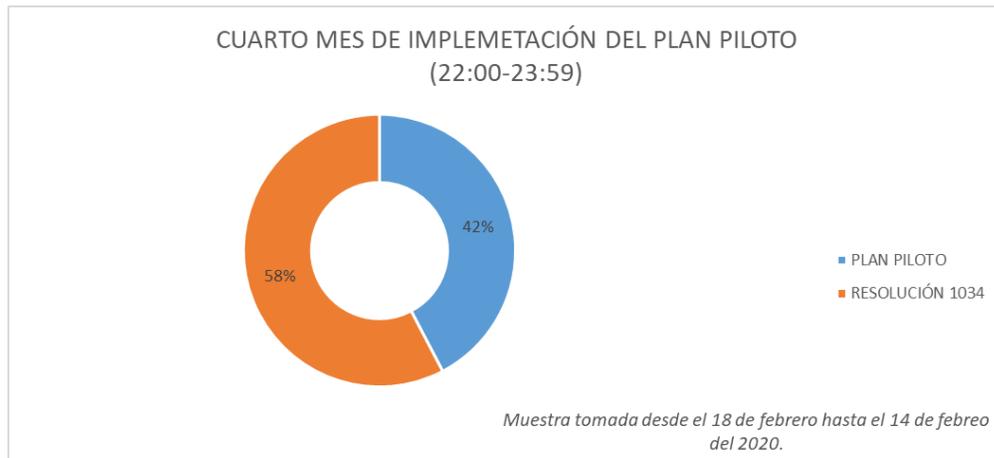


Ilustración 3. Porcentajes de implementación de Plan Piloto de 22:00 a 23:59.

En el horario de 22:00 a 23:59, el mayor porcentaje de implementación fue logrado con la configuración operacional establecida en la Resolución 1034 del 2015 con el 58%, el 42% de la operación se desarrolló con respecto a lo establecido el denominado Plan Piloto, las respectivas justificaciones a la no implementación de esta configuración serán descritas en los oficios generados por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

2.2 VARIACIÓN DE LA OPERACIÓN AÉREA

- Operaciones de 00:00 – 04:59.

La variación de operación aeronáuticas hace referencia a la descripción de cada una de las operaciones asociadas al Aeropuerto Internacional ElDorado, ya sean eventos de aterrizaje o despegajes. Por tal motivo, se implementa en este documento la caracterización de todas las operaciones aéreas desarrolladas en los días de evaluación. Esta descripción permite tener un contexto de análisis más detallado con relación al impacto de ruido generado por el dicho aeródromo, de tal forma, tiene como objetivo principal dar conocimiento sobre la cantidad de operación correspondientes a aterrizajes, despegajes y un total de operaciones. Además, de verificar la cantidad de operaciones realizadas por aviones con capítulo de ruido III y IV, esto último, según los certificados de ruido actualizados hasta la fecha actual.



Ilustración 4. Cantidad de operaciones por cabecera vs niveles de ruido en el horario de 00:00 a 04:59.

La operación aérea desarrollada en el rango horario de 00:00 a 04:49, presentó un cumplimiento del 95,9% al Notam de restricción de eventos aeronáuticos realizados con los modelos de aeronaves Boeing 727-200, Boeing 737-200 y MD-11. Sin embargo, el nivel de presión equivalente registrado para las operaciones aéreas en esta franja horaria arrojó un nivel de 65,1 LAeq en la estación EMRI_4, evaluado en el cuarto mes de implementación del Plan Piloto, con una distribución de datos menor a la evaluada en el periodo 2018-2019. Lo cual permite inferir, que el aporte de ruido aeronáutico generado por los modelos de restricción que operaron, no aumentó el nivel equivalente de ruido con respecto al año 2018-2019.

- En los 26 días de implementación del Plan Piloto correspondientes al cuarto mes de ejecución, la mayoría de operaciones se realizaron sobre la pista sur debido a las operaciones de mantenimiento generadas sobre esta pista en el horario de evaluación.
- El día que presentó un mayor número de operaciones fue el 3 de marzo del 2020, con un total de 76 operaciones en todo el rango horario. Sin embargo, se registraron 8 operaciones correspondientes a aeronaves capítulo III de ruido, lo que indica que el 10,5 % de operaciones para este día correspondieron a aeronaves con capítulo III de ruido, disminuyendo en un 20% la ejecución de este tipo de aeronaves.

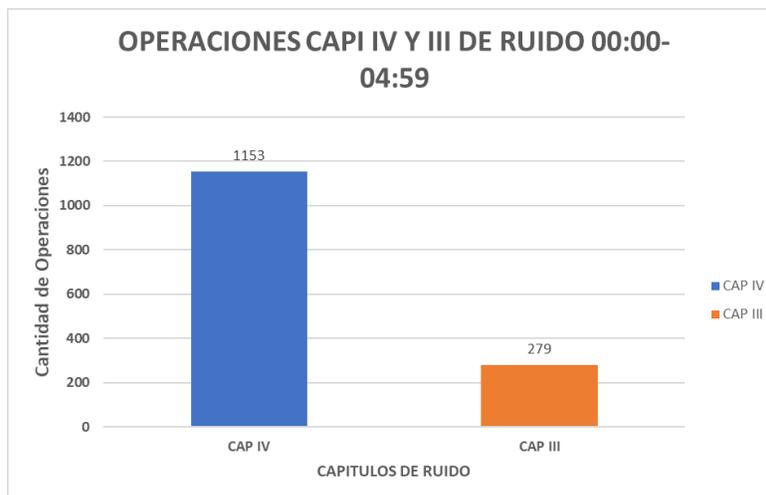


Ilustración 5. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 00:00 a 04:59.

Con la información recolectada se estableció un 80,5% de operaciones aéreas registradas con capítulo IV de ruido y un 19,5% con capítulo III de ruido. Si bien se generó un mayor número de operaciones con aeronaves con mejor categoría de ruido aeronáutico, se tiene un aumento de 10,5 puntos porcentuales en la ejecución de aeronaves con capítulo IV con respecto al mes anterior. Sin embargo, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil sigue en un continuo proceso de sensibilización y control con las respectivas aerolíneas en la mejora de sus procesos operacionales y administrativos.

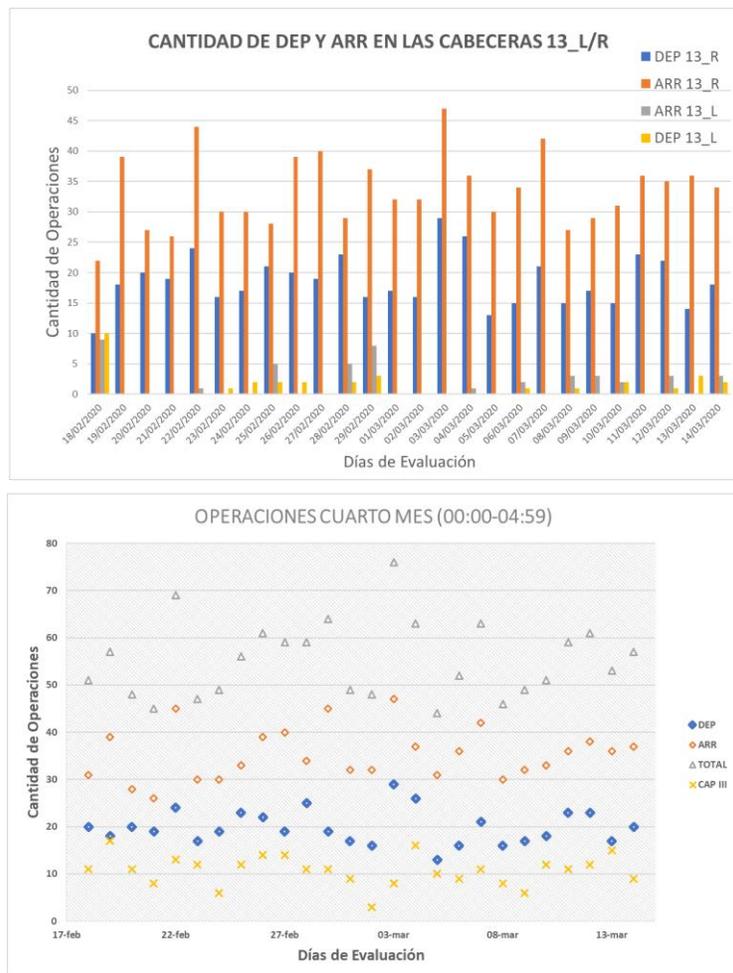


Ilustración 6. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 00:00 a 04:59

- Con respecto a la distinción entre operaciones aéreas con aeronaves con capítulos III y IV de ruido entre las dos pistas 13L/R. El equivalente de eventos asociados a despegues y aterrizajes tiene una media igual entre cada una de las cabeceras. Por lo cual, los días 22 de febrero y 3 de marzo se alcanzó una cantidad pico de 19 operaciones con aeronaves capítulo III de ruido, 10 operaciones menos que el mes anterior de evaluación.
- Operaciones de 05:00 – 05:59.

El sistema cuenta con información proveniente del radar, por lo general este proceso contiene varios métodos de depuración de información y codificación de los datos, de esta forma, poder correlacionar los datos con un acertamiento de identificación de eventos aeronáuticos del 98%. Sin embargo, el análisis que se realiza en este informe tiene en cuenta los datos registrados hasta el 14 de marzo, debido a un proceso de backup y liberación de información de datos en los discos duros, de esta forma poder garantizar el registro de los datos históricos del SVCA.

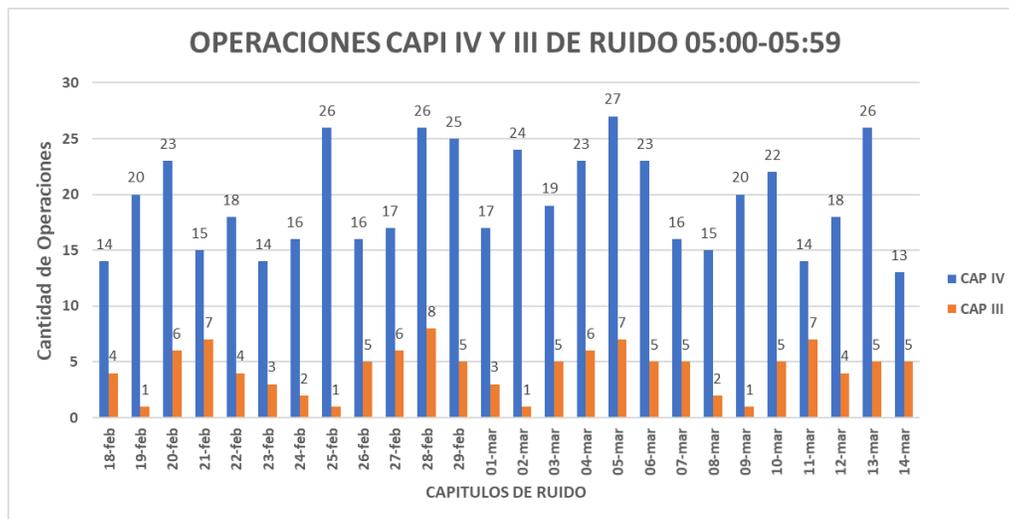


Ilustración 7. Cantidad de operaciones por capítulo de ruido en el horario de 05:00 a 05:59.

- En la Ilustración 7, se puede evidenciar una disminución en el equivalente de cantidad de operaciones desarrolladas con capítulo III de ruido. La configuración operacional de las pistas del Plan Piloto, describe acciones de aterrizaje sobre la pista norte en sentido occidente oriente (sin sobre volar la ciudad), para todo tipo de aeronaves.
- Los días que menos cantidad de operación se registraron fueron; 18, 23, 24 de febrero, 8, y 14 de febrero, días los cuales se desarrollaron con una configuración operacional según lo establece la Resolución 1034 del 2015. En estos días, la mayor cantidad de operación se atribuyó a eventos asociados con aeronaves capítulo IV de ruido, con un equivalente de 17 operaciones.
- Las dinámicas en el Aeropuerto Internacional ElDorado en el tránsito aéreo, se muestran días de mayor cantidad de operaciones como los días 25, 28 y 29 de febrero, 5 y 13 de marzo, presentando un balance mayor para las operaciones aéreas ejecutadas con capítulo IV de ruido, en franjas horarias en las cuales se implementó la configuración de el Plan Piloto

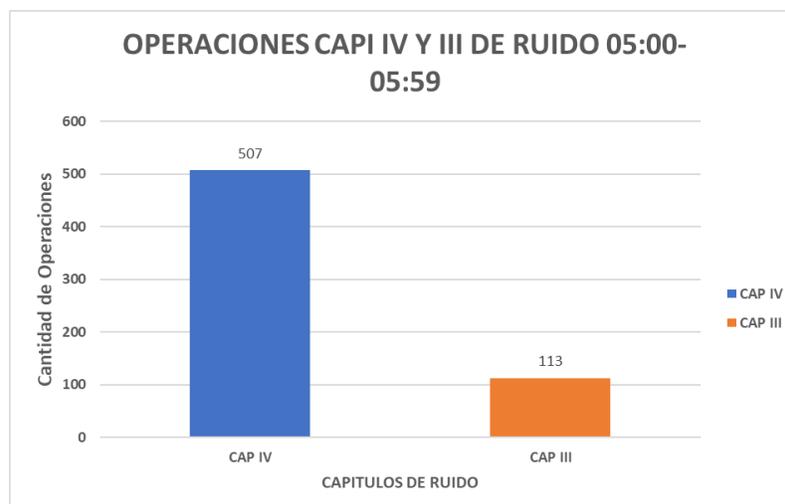


Ilustración 8. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 05:00 a 05:59.

Con la información recolectada se estableció un 81,8% de operaciones aéreas registradas con capítulo IV de ruido y un 18,2% con capítulo III de ruido. Lo que indica una disminución de 10 puntos porcentuales en la ejecución de la flota aérea con capítulo III de ruido, aumentando la implementación de aeronaves con capítulo IV de ruido.

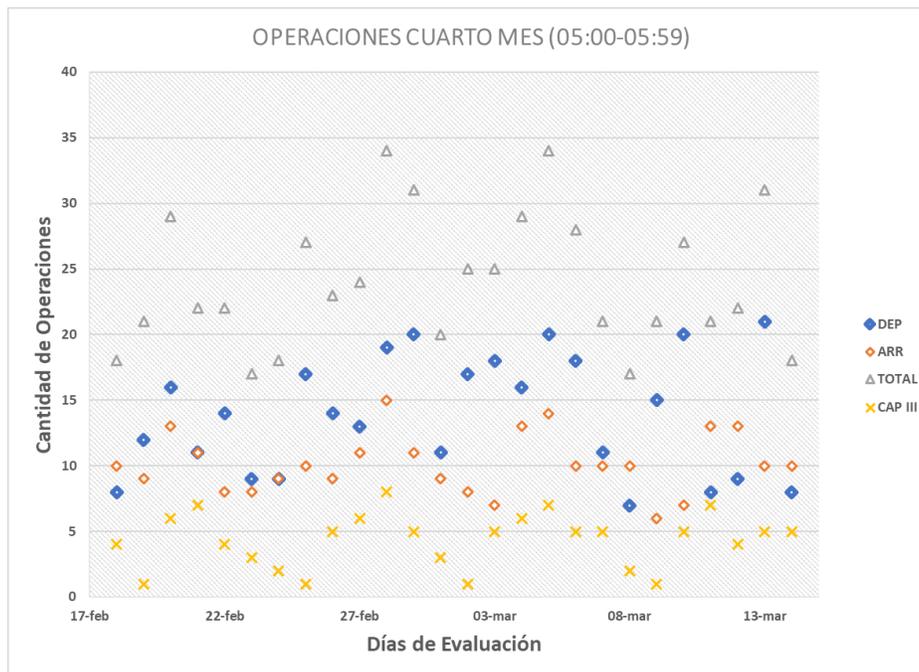


Ilustración 9. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 05:00 a 05:59.

La siguiente gráfica representa la evaluación de los días de implementación de Plan Piloto para la franja horaria de evaluación; de esta forma se observa la distribución de cantidad de operaciones según el procedimiento realizado perfilando los días de operación Plan Piloto, de igual forma se puede observar la cantidad de operación que en su tendencia son la de menor cantidad de aeronaves catalogadas capítulo III de ruido para el mes de evaluación y, que realizaron operación de decolaje hacia la ciudad por las cabeceras 31R/L.

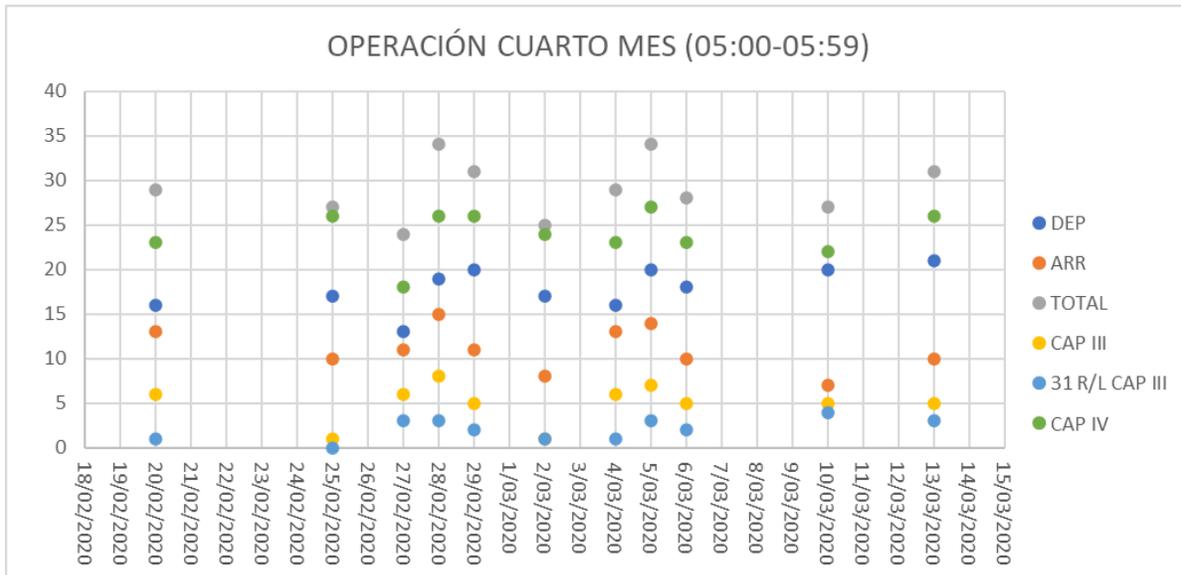


Ilustración 10. Dispersión de datos operación Plan Piloto en el horario de 05:00 a 05:59.

Los días de operación en configuración de Plan Piloto, reflejan una distribución de cantidad de operaciones con aeronaves catalogadas capítulo III y capítulo IV de ruido según su certificado de ruido emitido bajo parámetros y estandarizaciones del Anexo 16 de la OACI. Así, los resultados representan que los días de configuración operacional de Plan Piloto reflejaron una equivalencia porcentual total del mes evaluado en 83% de operación total en el Aeropuerto Internacional El Dorado con aeronaves catalogadas capítulo 4 de ruido o equivalentes. El restante 17% de operaciones con aeronaves capítulo III de ruido, fueron operaciones distribuidas en su totalidad, sin embargo, únicamente el 7% correspondió a operaciones realizadas de descolaje por las cabeceras 31 L/R.

Se debe destacar que para el 24 de febrero no se registraron operaciones de descolaje por aeronaves catalogadas capítulo III de ruido por las cabeceras 31 R/L, haciendo estricto cumplimiento a la configuración operacional determinada en el marco de implementación del Plan Piloto.

- Operaciones de 22:00 – 23:59.

Dada las diferentes condiciones de operaciones ejecutadas en el transcurso de los días de implementación del Plan Piloto. El equivalente de operaciones asociadas a eventos con aeronaves de capítulos de ruido III y IV de ruido tienden a ser homogéneo durante los días de evaluación. Sin embargo, se presenta una variación en el día 10 y 13 de marzo del 2020, el cual se especificará a continuación.

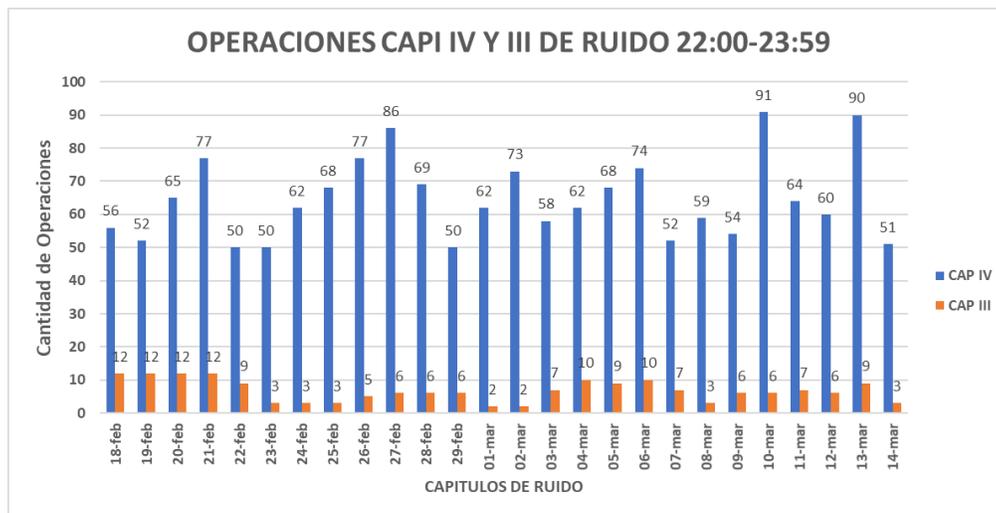


Ilustración 11. Cantidad de operaciones por capítulo de ruido en el horario de 22:00 a 23:59.

- En la Ilustración 10, se puede evidenciar una disminución en el equivalente de cantidad de operaciones desarrolladas con capítulo III de ruido, con respecto al horario anteriormente analizado. La configuración operacional planteada en el Plan Piloto, describe acciones de aterrizaje sobre la pista norte en sentido occidente oriente (sin sobre volar la ciudad), para todo tipo de aeronaves.
- Los días que presentó un mayor número de operaciones, con aeronaves capítulo III de ruido, fueron los días 10 y 13 de marzo 2020, con 99 operaciones registradas por el SVCA. De igual forma, se presentaron 91 operaciones aéreas relacionadas con aeronaves capítulo IV de ruido. Esto se debe principalmente, al cambio de operación de Plan Piloto a Resolución 1034, ejecutada desde las 22:00 hasta las 23:59. Esto se puede evidenciar en el aumento de los niveles de ruido, producto de las operaciones de despegue en dirección oriente-occidente, como se establece en la Resolución 1034 del 2015.
- El día que menos se presentaron operación con aeronaves capítulo III de ruido, fueron los días 1 y 2 de marzo del 2020 con un total de 4 eventos. El equivalente de operaciones con aeronaves capítulo III de ruido es de eventos días, lo cual se debe a la actualización de los capítulos de ruido entregados por los prestadores de servicios aéreos.

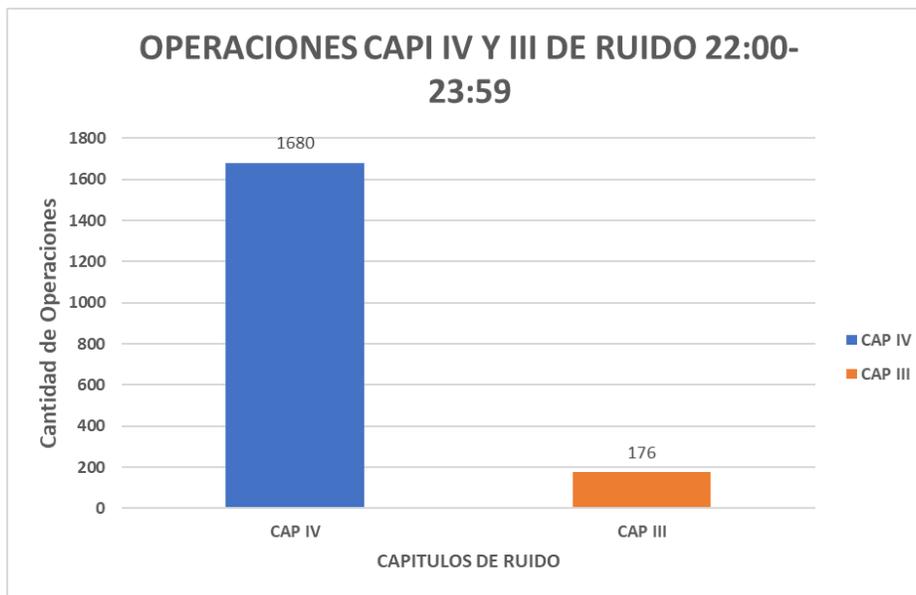


Ilustración 12. Porcentaje de aeronaves con capítulo III y IV en el horario de 22:00 a 23:59.

Con la información recolectada se estableció un 90,5% de operaciones aéreas registradas con capítulo IV de ruido y un 9,5% capítulo III de ruido. Dando un grado de efectividad considerable sobre las múltiples aeronaves que cuentan con capítulo 4 de ruido y sobrevuelan el espacio aéreo de la ciudad Bogotá en los horarios de 10 a 12:59 de la noche.

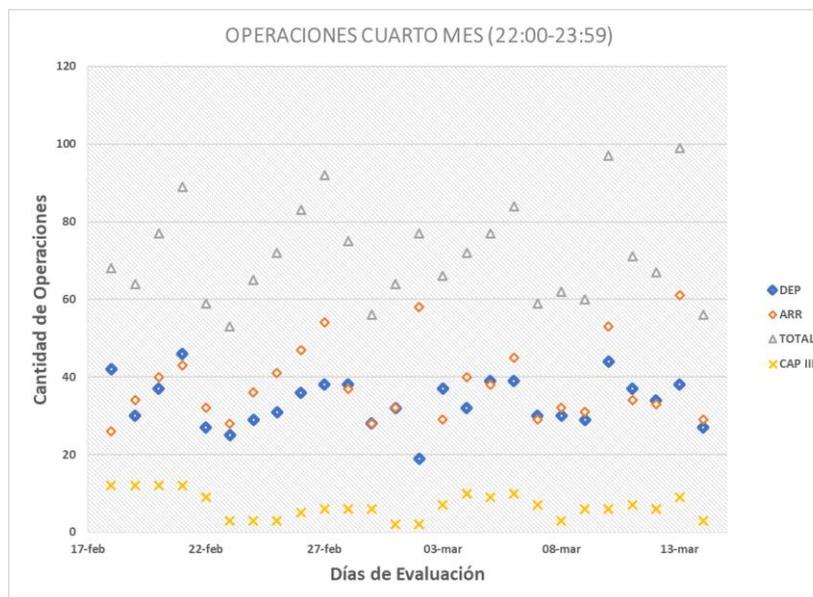


Ilustración 13. Dispersión y total de datos según tipo de operación en el horario de 22:00 a 23:59.

En la Ilustración 12, se puede evidenciar cuatro descriptores de la operación aérea. El primero, denominado DEP, asociado a la cantidad de operaciones de despegue aéreo, el segundo es ARR coligado a la cantidad de operaciones de llegada aérea, tercero con las iniciales CAP III asociado a la cantidad de operaciones de aeronaves con capítulo III de ruido y para finalizar un TOTAL de

operaciones aéreas. Por lo tanto, se indica la variación de la cantidad de operaciones por tipo en cada uno de los días de evaluación.

2.3 RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO CUARTO MES DE IMPLEMENTACIÓN.

Los resultados obtenidos para el análisis del ruido aeronáutico se registraron por medio del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental (SVCA), el cual permite registrar los niveles de ruido aeronáutico de cada uno de los eventos asociados a la operación aérea de la terminal de transporte. Por tal motivo, se desarrolló el análisis en los horarios de restricción establecidos bajo la Resolución 1034 del 2015 y los también denominados por el Plan Piloto.

Se toman los datos recopilados por este sistema a través de las 25 estaciones ubicadas estratégicamente tanto en los costados de las pistas del Aeropuerto Internacional El Dorado, como sobre las trayectorias trazadas por la operación aérea. Para estas últimas se implementa una estación de monitoreo a 2Km en vía recta sobre cada una de las cabeceras de las pistas. Adicional a lo anterior, se aclara que se ubican otras estaciones sobre las trayectorias de la operación aérea para poder recopilar en varios puntos los datos precisos de ruido aeronáutico.

Se aclara que estas estaciones están soportadas bajo las recomendaciones establecidas por la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI). Estas estaciones están ubicadas como se puede ver en la siguiente ilustración. Del mismo modo se ubican otras estaciones de monitoreo sobre las comunidades aledañas al aeropuerto con el fin de llevar el control pertinente sobre el impacto que está generando la actividad aérea.

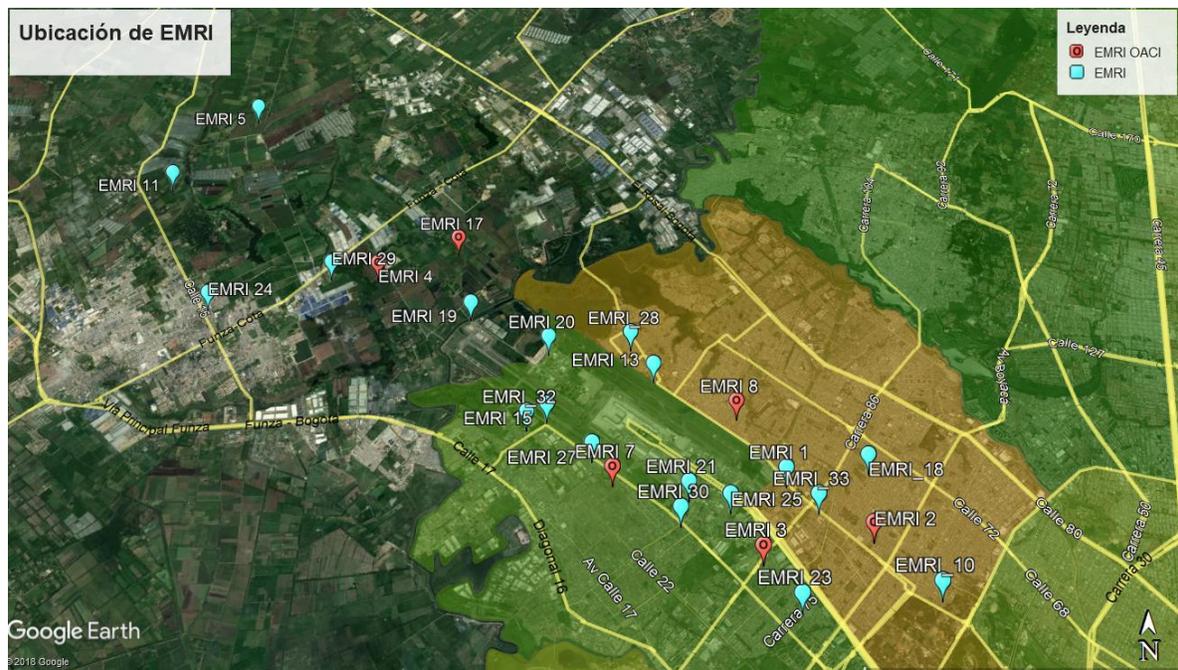


Ilustración 14. Proyección de Rutas aéreas y ubicación de estaciones EMRI.

Fuente: Google Earth

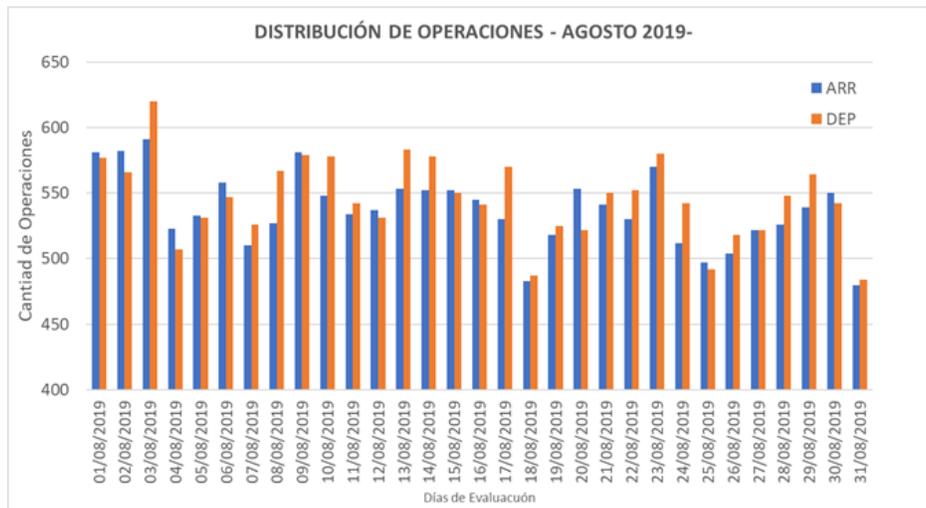
2.3.1 Periodo representativo antes del Plan Piloto – Estaciones OACI –

Para realizar una correcta evaluación de los cambios generados en los niveles de ruido aeronáutico, producto de una modificación a las configuraciones operacionales del Aeropuerto Internacional ElDorado, como lo dispone el Plan Piloto. Se deben evaluar y analizar los niveles de ruido producto de la operación aérea con la configuración operacional establecida en la Resolución 1034 del 2015. De tal forma, este capítulo da respuesta al requerimiento del Artículo Primero, numeral 4.b del Auto de Seguimiento N° 00959 del 17 de febrero del 2020. Este análisis se realiza únicamente para las franjas horarias que tienen algún tipo de restricción en la operación aérea, utilizando los datos capturados por las estaciones OACI y se encuentra en “Anexo 3. Niveles de Ruido Aeronáutico Ago-Sep-Oct 2019”.

- AGOSTO 2019

En el horario de 00:00 a 04:59 am, la operación aérea del aeródromo, según lo estructurado en la Resolución 1034 del 2015, se desarrolla con despegues y aterrizajes son sobre volar la ciudad y con operaciones encontradas de despegue y aterrizaje. Sin embargo, no presenta ningún tipo de restricción por aeronaves con capitulo III y IV de ruido.

De igual forma, la correlación de los niveles de ruido aeronáutico debe ir relacionado con la cantidad de operaciones desarrolladas, Por lo tanto, el promedio diario de operaciones para el mes de agosto fue de 1083 eventos aeronáuticos, incluidos decolajes y aterrizajes. Por consiguiente, en las siguientes ilustraciones, se pueden observar una gráfica correspondiente a la distribución de operaciones en cada uno de los días del mes y un boxplot con los datos de niveles equivalente de ruido aeronáutico diarios, correspondientes a las estaciones OACI.



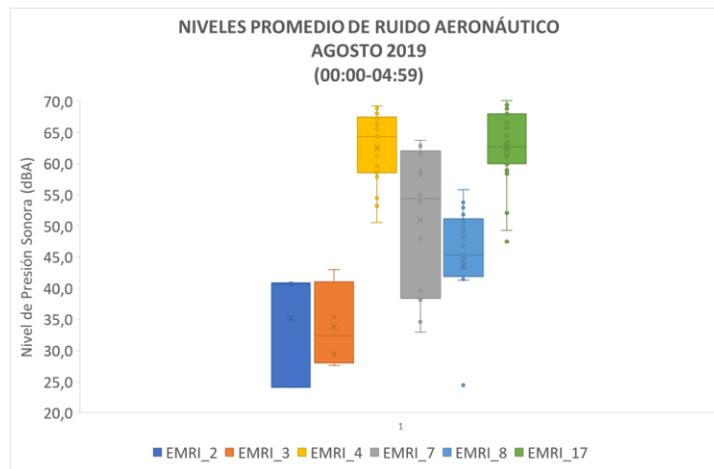


Ilustración 15. Distribución de Operaciones y Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, agosto 2019.

- En la franja horario de 00:00 a 04:59, el comportamiento de los niveles de ruido aeronáutico para las estaciones EMRI_2 y 3, es casi nulo, esto se debe a que la operación en estas horas se recarga hacia el municipio de Funza, es decir sin sobrevolar la ciudad.
- Las estaciones que presentan mayores niveles de ruido son; EMRI_4 y 17, ya que son los puntos de medición que registran toda la operación aérea que se desarrolla en esta franja horaria. Se registraron niveles con una mediana de 65 dBA.
- Las estaciones de monitoreo de ruido EMRI_7 y 8, las cuales están catalogadas como puntos laterales a las pistas del aeródromo presentan una mediana de 55 dBA y 45 dBA, respectivamente. Lo cual no da como referencia que en la pista norte los niveles de ruido aeronáutico son menos percibidos que los de la pista sur.

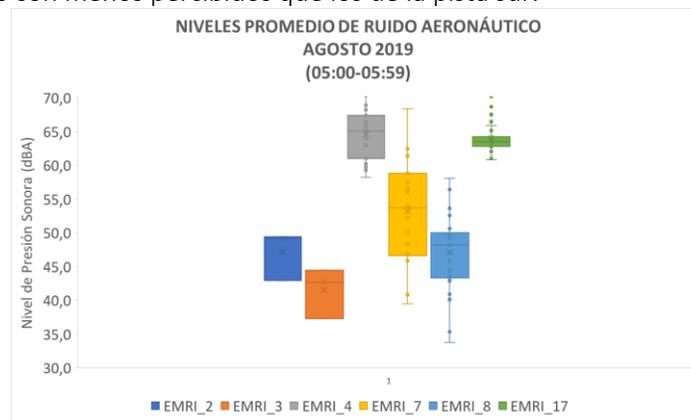


Ilustración 16. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 05:00 a 05:59, agosto 2019.

- En el horario de 5:00 a 5:59, la configuración operacional establecida en la Resolución 1034 del 2015, es la misma que en el horario de 00:00 a 04:59. Por tal motivo, la representatividad de los niveles de ruido con respecto a la configuración operacional es muy similar entre los dos horarios de evaluación.

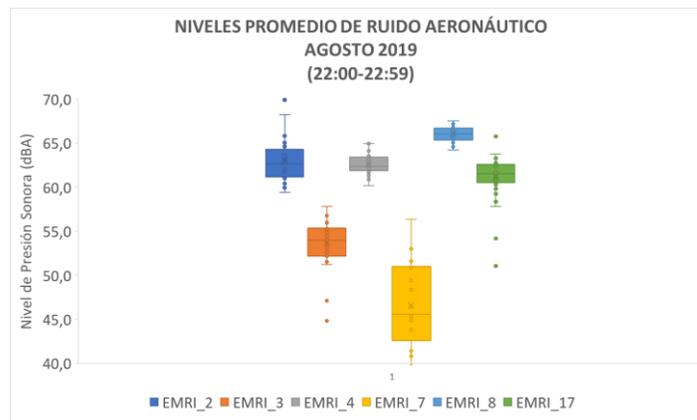


Ilustración 17. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, agosto 2019.

- Se debe tener en cuenta que la configuración operacional a partir de las 10:00 pm, restringe las operaciones de despegue en la pista sur, sobre volando la ciudad. Sin embargo, la operación aérea se recarga en la pista norte con despegues sobrevolando la ciudad hasta las 12:59 pm.
- La estación que presentan el mayor nivel de ruido es; EMRI_8, con una mediana en los datos registrados de 65 dBA. Las estaciones que le siguen son; EMRI_2, 4 y 17, con niveles de mediana en sus datos de 62,5 dBA, 61,7 dBA y 61,2 dBA, respectivamente.
- La distribución de los niveles de ruido generados por la operación aérea, se recarga considerablemente en la pista norte, como se puede ver en las estaciones EMRI_2 y 8. De esta forma, el impacto de ruido percibido en este horario, es mayor para la localidad de Engativá.

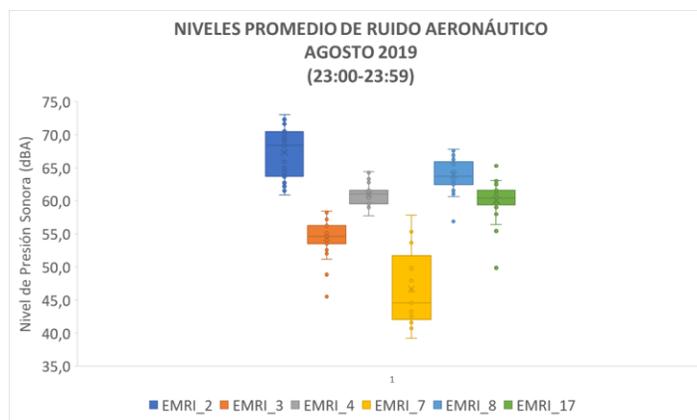


Ilustración 18. Ilustración 19. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, agosto 2019.

- Sin embargo, en el horario de 11:00 a 11:59, se presenta un aumento en los niveles de ruido capturados por la estación EMRI_2. Lo cual se atribuye a los múltiples eventos de despegue que se desarrollan sobre esta cabecera, sin tener ningún tipo de restricción por aeronaves con capítulo III de ruido.

- SEPTIEMBRE 2019

En el mes septiembre la cantidad de operaciones aeronáuticas disminuyó con respecto al mes de agosto. Esto se evidencia en un equivalente diario de operaciones de 1046 eventos aéreos. De la misma forma, los niveles de ruido en la estación EMRI_7 presentan un nivel equivalente de 63,5 dBA para el mes de agosto, mientras que el nivel para el mes de septiembre fue de 57 dBA.

De igual forma, la correlación de los niveles de ruido aeronáutico debe ir relacionado con la cantidad de operaciones desarrolladas, Por lo tanto, el promedio diario de operaciones para el mes de septiembre fue de 1045 eventos aeronáuticos, incluidos decolajes y aterrizajes. Por consiguiente, en las siguientes ilustraciones, se pueden observar una gráfica correspondiente a la distribución de operaciones en cada uno de los días del mes y un boxplot con los datos de niveles equivalente de ruido aeronáutico diarios, correspondientes a las estaciones OACI.

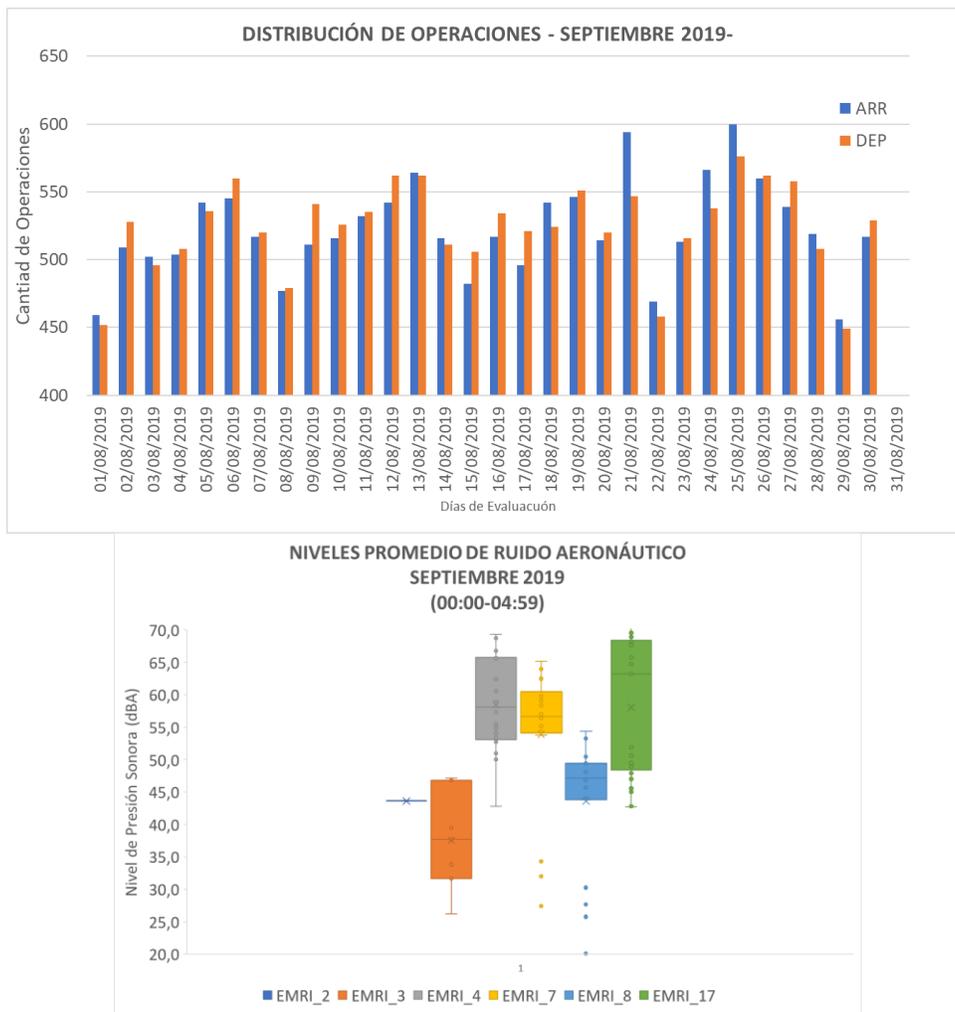


Ilustración 20. Distribución de Operaciones y Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, septiembre 2019

- Las estaciones de monitoreo que registraron los niveles más bajos de ruido aeronáutico fueron las siguientes: EMRI_2, 3 y 8, registrando un equivalente de 47,3 dBA. Esto se debe principalmente a la configuración operacional establecida bajo la Resolución 1034.
- El valor de la mediana más alta de ruido aeronáutico registrado en las estaciones OACI, fue el registrado en la estación EMRI_17, con un valor de 64,5 dBA.

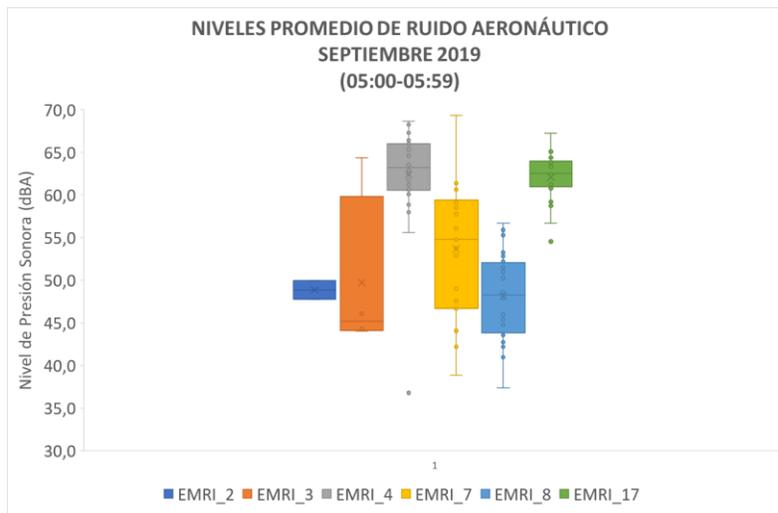


Ilustración 21. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 05:00 a 5:59, septiembre 2019

- El comportamiento de los niveles de ruido registrados para el mes de septiembre, presentan una trazabilidad similar a la del mes de agosto. Esto debido a la configuración operacional establecida para estos meses.
- Las estaciones de ruido en las cuales se obtuvo el valor de mediana más alto se obtuvieron para las estaciones; EMRI_4 y 17, con niveles de 63,4 dBA y 62,8 dBA, respectivamente.

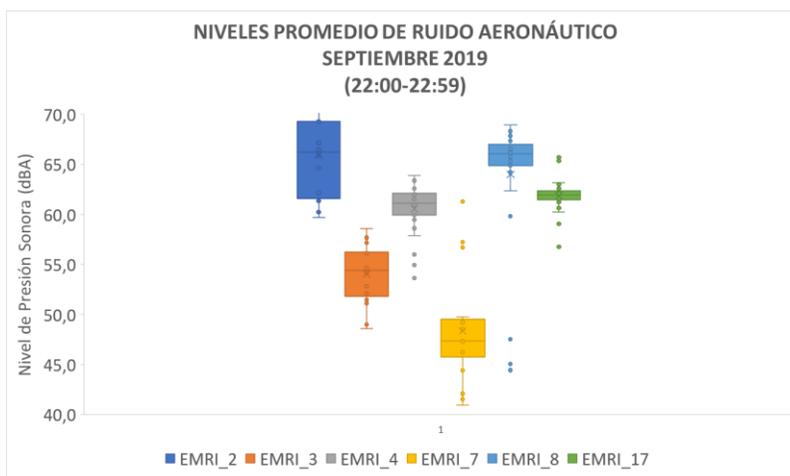


Ilustración 22. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, septiembre 2019

- Verificando los niveles de ruido registrados, se obtuvo un aumento en los niveles registrados por las estaciones; EMRI_2, 8 y 17, registrando niveles hasta de 66 dBA. Esto se puede asociar a la cantidad diaria de operaciones de despegue y aterrizaje desarrolladas para este mes, los cuales tienen un equivalente de 523 eventos tanto para decolajes como llegadas.

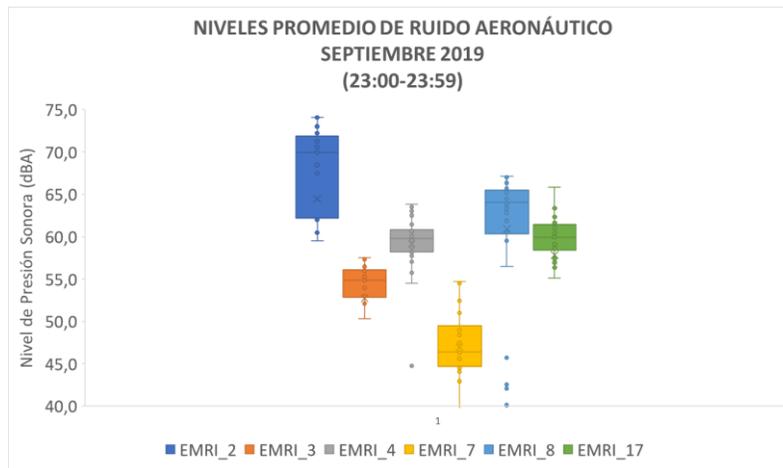


Ilustración 23. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, septiembre 2019

- En comparación con el mes de agosto, los niveles de ruido aeronáutico registrados en la estación EMRI_2, presentan un aumento en la mediana de los datos de aproximadamente 3 dB. Esto permite corroborar, que el impacto de ruido en esta franja horaria es desequilibrado, ya que el sobrecargo de la operación para la pista norte es alto, además, del modo de operación más ruidoso.

- **OCTUBRE 2019.**

Debido a que la configuración operacional utilizada en los tres meses antes del Plan Piloto fue ejecutada bajo lo establecido en la Resolución 1034 del 2015. Se entro a comparar la cantidad de operaciones de despegue y aterrizaje. Sin embargo, los meses de septiembre y octubre el equivalente de cada una de estas es muy homogéneo, dando como resultado los siguientes datos; equivalente diario de decolajes (523 operaciones), equivalente diario de despegues (525), equivalente diario del total de operaciones (1046)

De igual forma, la correlación de los niveles de ruido aeronáutico debe ir relacionado con la cantidad de operaciones desarrolladas, Por lo tanto, el promedio diario de operaciones para el mes de octubre fue de 1049 eventos aeronáuticos, incluidos decolajes y aterrizajes.

Por consiguiente, en las siguientes ilustraciones, se pueden observar una gráfica correspondiente a la distribución de operaciones en cada uno de los días del mes y un boxplot con los datos de niveles equivalente de ruido aeronáutico diarios, correspondientes a las estaciones OACI.

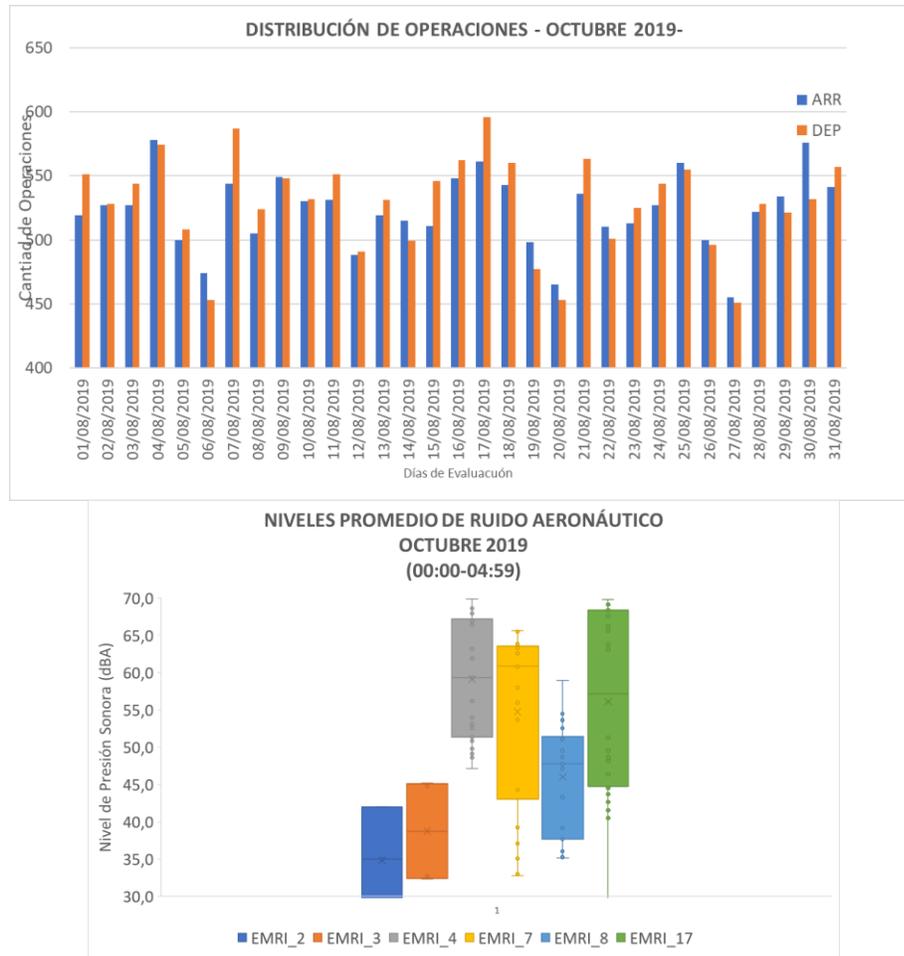


Ilustración 24. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 00:00 a 4:59, octubre 2019

- Las estaciones de monitoreo que registraron las medianas más altas fueron las estaciones; EMRI_7 y 4, con niveles de 62,2 dBA y 60,3 dBA. Con respecto al mes de septiembre, se obtiene un aumento de 2 dB aproximadamente en los datos registrados y mencionados en las estaciones anteriormente nombradas.

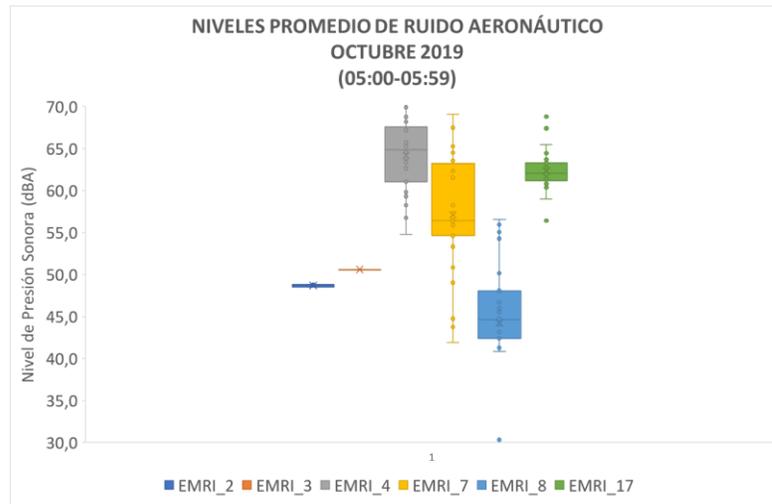


Ilustración 25. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 5:00 a 5:59, octubre 2019

- Aunque la cantidad equivalente de operaciones para los dos meses es bastante similar, los niveles de ruido en esta franja horaria aumentaron cerca de 1 dB en la estación EMRI_4. Sin embargo, en las estaciones EMRI 7 y 17, se mantuvieron. Esto es producto a que la Resolución no contempla ninguna restricción operacional por capítulos de ruido, lo cual permite que las aeronaves con menos tecnología y con más antigüedad puedan operar sin ningún tipo de restricción.

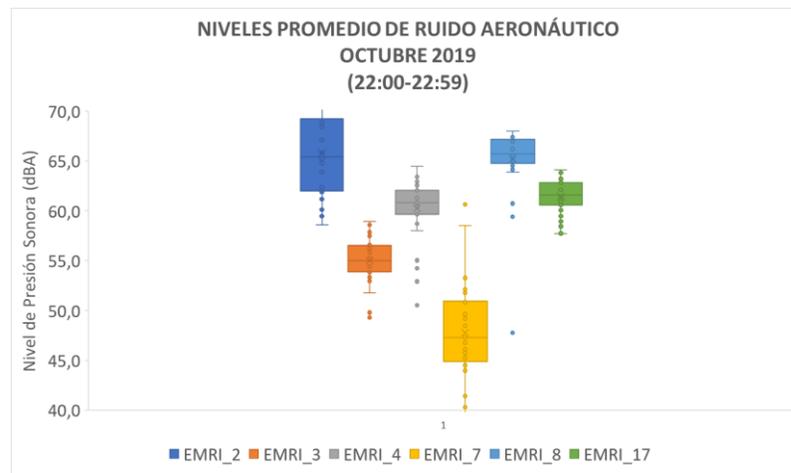


Ilustración 26. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 22:00 a 22:59, octubre 2019

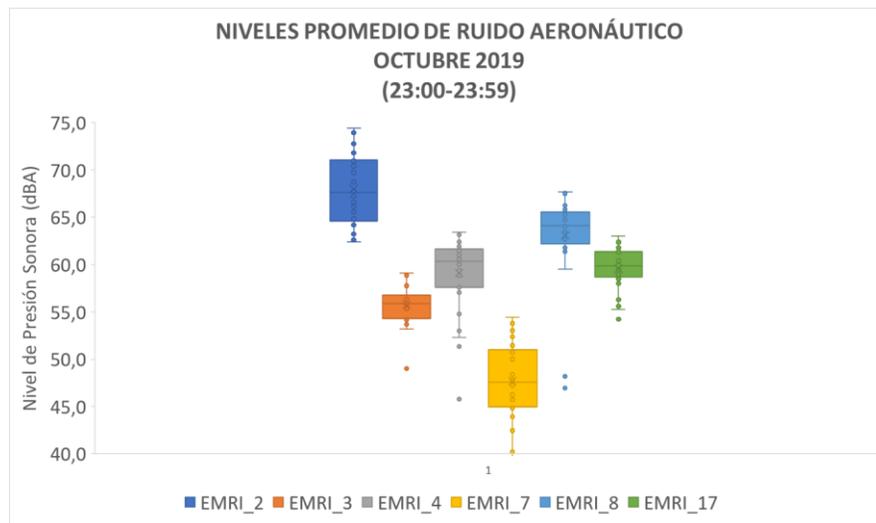


Ilustración 27. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico 23:00 a 23:59, octubre 2019

- En las ilustraciones 25 y 26, el comportamiento de los niveles de ruido para las estaciones OACI, es bastante semejante con los meses anteriores. Las estaciones que presentaron los niveles de medianas más altas en esta franja horaria fueron; EMRI_2, 8 y 17. Recargando tanto la operación aérea como los niveles de ruido hacia la localidad de Engativá.

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de Ruido Aeronáutico en las estaciones sobre cada una de las cabeceras de las pistas del Aeropuerto Internacional El Dorado, estas estaciones no solo están ubicadas estratégicamente, estas son estaciones que operan bajo parámetros OACI por lo que son las apropiadas para realizar este tipo de medición gracias a los criterios de lateralidad y aproximación que estas operan.

2.3.2 Niveles equivalentes de ruido aeronáutico Plan Piloto– Estaciones OACI –

- **Estación OACI EMRI_2 – Engativá.**

Los siguientes resultados son los presentados por franja horaria para los días del 18 de febrero del 2019 al 14 de marzo del 2020, en la estación de criterio OACI de sobrevuelo para la localidad de Engativá. Las tablas de resultados que componen la red de monitoreo en la localidad de Engativá se encuentran en el archivo de Anexo. 1: “Histórico Niveles de Ruido Aeronáutico” y “Anexo 2: “Niveles de Ruido Aeronáutico Plan Piloto”

Los resultados presentados como objeto de evaluación por perfil horario y bajo la metodología de estandarización internacional ISO:1996-2, se efectuaron como seguimiento de la tendencia del medio y comparación con los resultados obtenidos en los años anteriores en las estaciones de monitoreo. Aunque se presentan en este informe el análisis de las estaciones OACI de la localidad de Engativá, Fontibón y el municipio de Funza en criterio de lateralidad y aproximación.

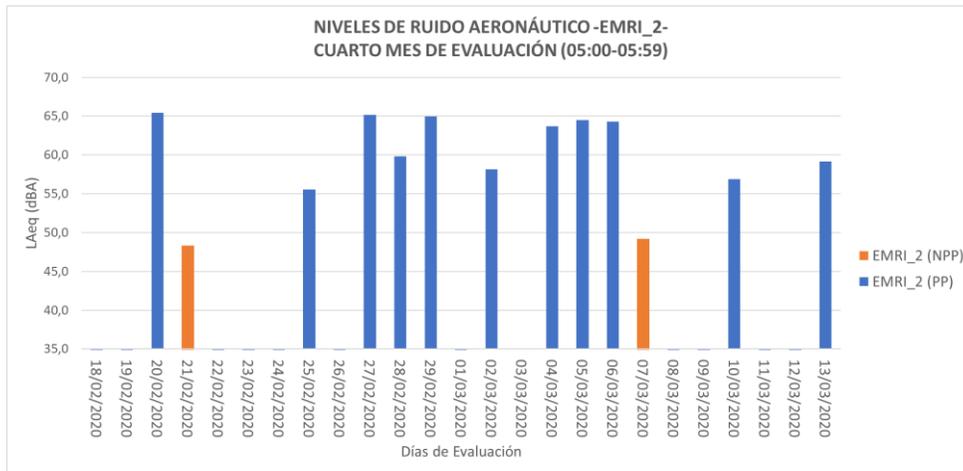


Ilustración 28. Niveles equivalente de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (05:00-05:59).

- Como se puede detallar en la Ilustración 27, los días 21 de febrero y 7 de marzo del presente año se realizaron operaciones según la Resolución 1034, días en los cuales se generaron niveles de ruido menores a 50 LAeq, registrados por la red de monitoreo.
- Si bien, la operación desarrollada en la Resolución 1034 del 2015, no presenta eventos aeronáuticos en dirección occidente-oriente, si se registran niveles de ruido aeronáutico los días anteriormente nombrados. Coincidiendo con horarios en los cuales se ejecuta la operación aérea según la Resolución 1034 del 2015.

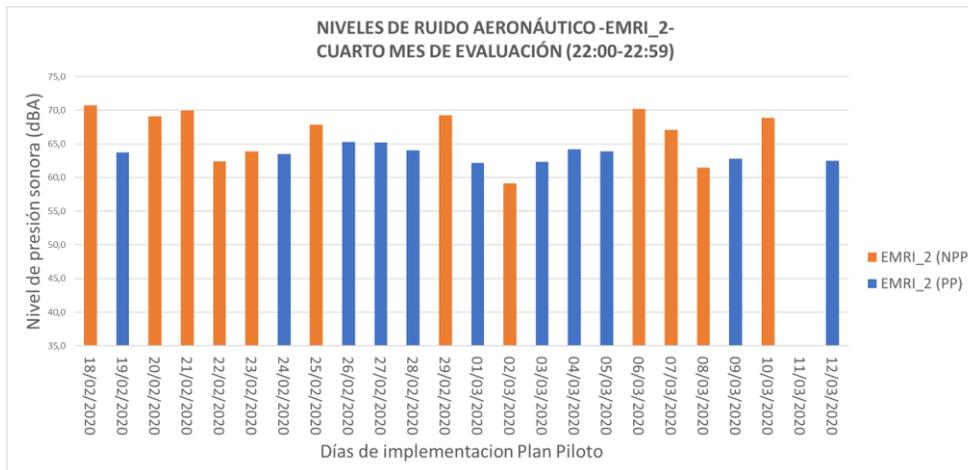


Ilustración 29. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (22:00-22:59).

- Los días en los cuales se vio un aumento significativo de los niveles equivalente de ruido aeronáutico fueron el 18, 20, 21 y 29 de febrero y 6 y 10 de marzo, días en los cuales se superó con más de 5 dBA el nivel equivalente de ruido aeronáutico, coincidiendo con la metodología de operación según Resolución 1034.

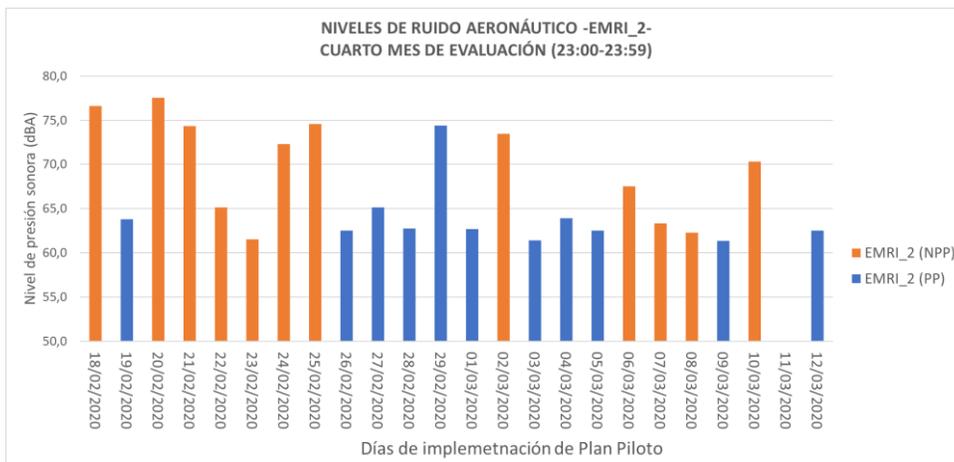


Ilustración 30. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_2 (23:00-23:59).

- Sin embargo, en el horario de 23:00 a 23:59, se puede evidenciar un aumento de niveles equivalente de ruido aeronáutico los días 18, 20, 21, 24, 25 de febrero y 2, 6 y 10 de marzo del presente año. Coincidiendo con días en los cuales se operó según la Resolución 1034. Lo cual se puede atribuir al cambio de operación entre despegues ya aterrizajes, dejando como evidencia que los niveles generados por las aeronaves en operación de despegue incrementan los niveles de ruido.
- **Estación OACI EMRI_3 – Fontibón.**

Los siguientes resultados son los presentados por perfil horario para los días del 18 de febrero al 14 de marzo del 2020, en la estación de criterio OACI de sobrevuelo para la localidad de Fontibón.

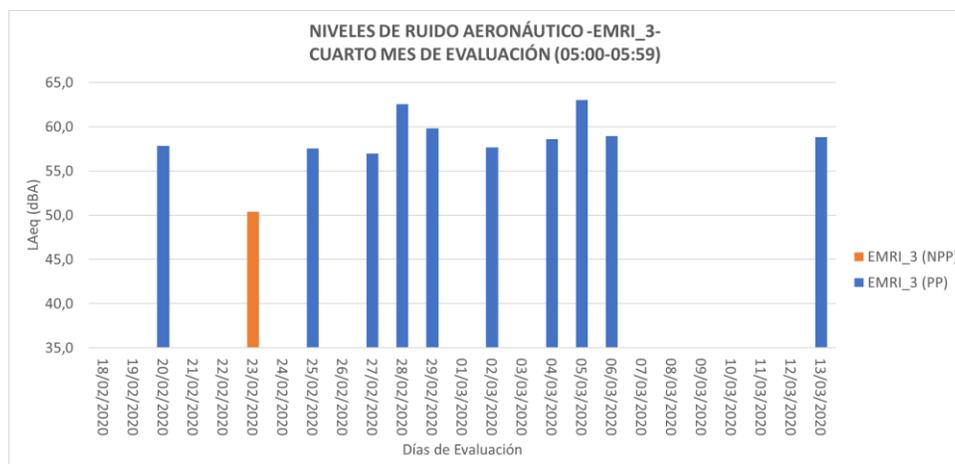


Ilustración 31. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (05:00-05:59).

- Como se puede detallar en la Ilustración 30, los niveles equivalentes de ruido aeronáutico presentan un equivalente de 60 LAeq aproximadamente, con la implementación de la configuración operacional del Plan Piloto. Sin embargo, se detallan días lo cuales registran

niveles de ruido inferiores, días en los cuales se ejecuta la operación aérea según la Resolución 1034 del 2015.

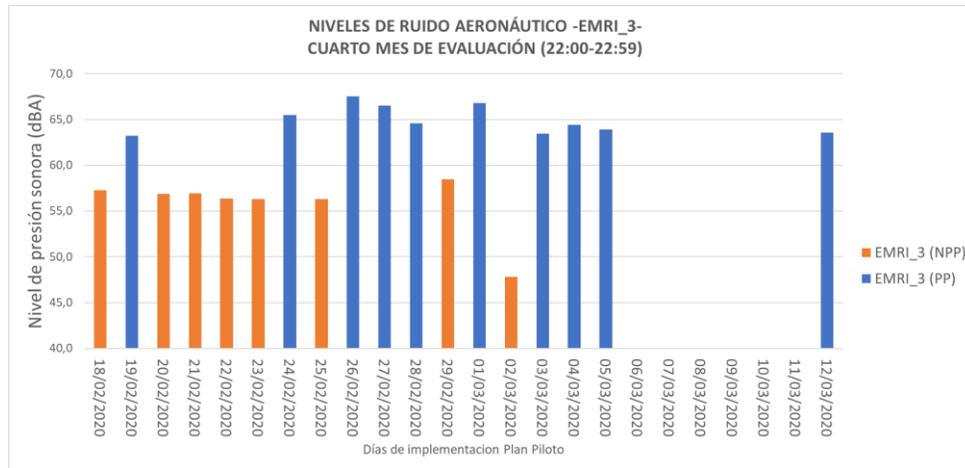


Ilustración 32. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (22:00-22:59).

- Como se puede detallar en la Ilustración 31, los niveles equivalentes de ruido aeronáutico presentan un equivalente por debajo de 65dBA aproximadamente, con la implementación de la operación del denominado del Plan Piloto. Sin embargo, los niveles de ruido generados con la implementación de la Resolución 1034 del 2015 pueden generar niveles de ruido con un equivalente de 57 dBA.

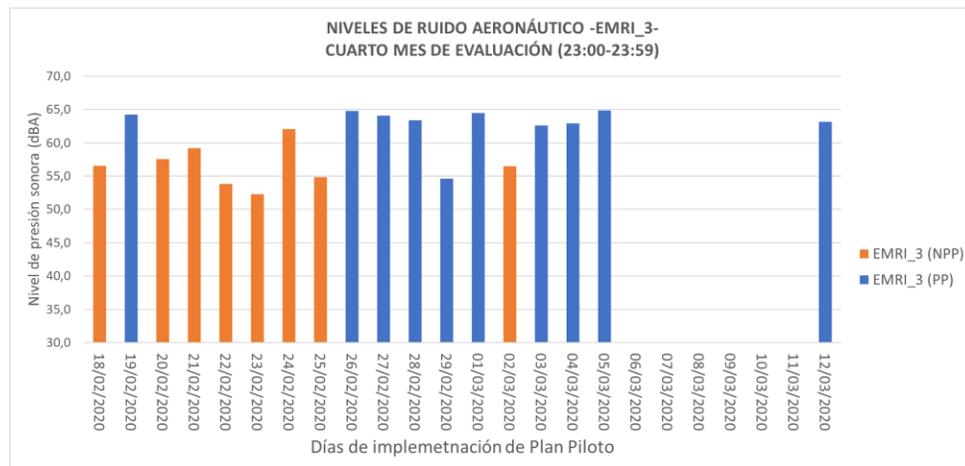


Ilustración 33. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_3 (23:00-23:59).

- En la Ilustración 32, se pueden observar los niveles de ruido aeronáutico cuando se realiza la implementación de la configuración operacional dispuesta en el Plan Piloto y Resolución 1034. De lo cual se puede inferir un equivalente de ruido cercano de 56 dBA para la Resolución 1034 del 2015 y un nivel equivalente de 63 dBA con la ejecución de Plan Piloto.

• **Estación OACI EMRI_4 – Municipio de Funza rural.**

Los siguientes resultados son los presentados por perfil horario para los días del 18 de febrero al 14 de marzo en la estación de criterio OACI de sobrevuelo y aproximación para el municipio de Funza en su sector rural y vereda El Hato.

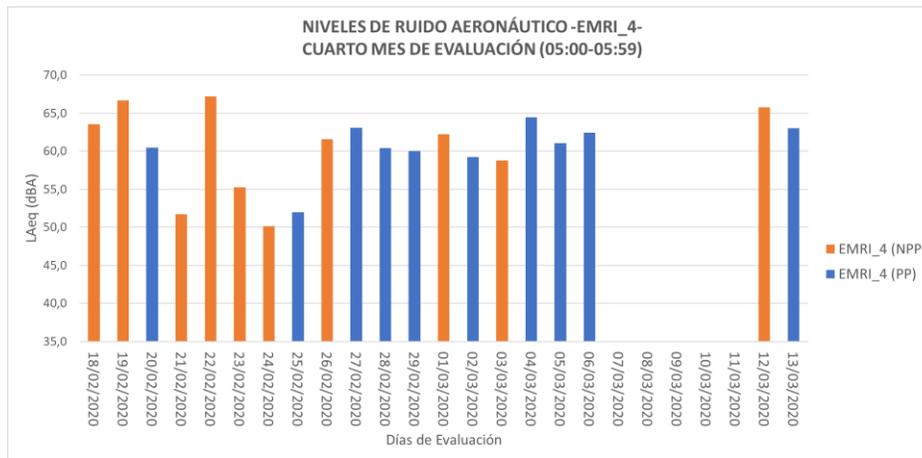


Ilustración 34. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (05:00-05:59).

- En la anterior ilustración, se puede identificar varios días en los cuales los niveles equivalentes de ruido aeronáutico superan los 65 LAeq como lo presentaron los días; 19, 21 de febrero y 12 de marzo. Sin embargo, no se presentaron días con niveles superiores a los 65 LAeq en los cuales se allá desarrollado la configuración operacional según el Plan Piloto. El resto de los días que alcanzaron niveles similares a los 65 dBA, se desarrollaron con ejecución de operación según Resolución 1034 del 2015.
- Como se puede detallar en la Ilustración 33, los niveles equivalentes de ruido aeronáutico presentan un equivalente de 61 LAeq aproximadamente con la implementación de la configuración del Plan Piloto, restricciones que permiten realizar un control efectivo de los niveles de ruido aeronáutico.

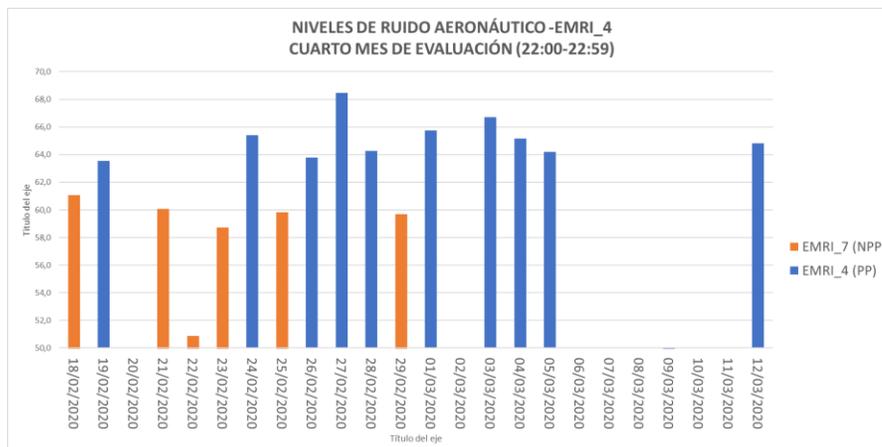


Ilustración 35. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (22:00-22:59).

- Como se puede ver en la siguiente ilustración, desde el 18 de febrero hasta el 14 de marzo, la operación según Plan Piloto y Resolución 1034 no tiene valores coincidentes. Lo cual se puede asociar a las acciones de mantenimiento sobre la pista norte que se realizaron en el transcurso del cuarto mes de implementación del Plan Piloto. Estas acciones desarrolladas con el fin de obtener las mejores condiciones en cada una de las pistas, puede modificar algunos procesos de despegue y aterrizajes desarrollados en la terminal aérea.

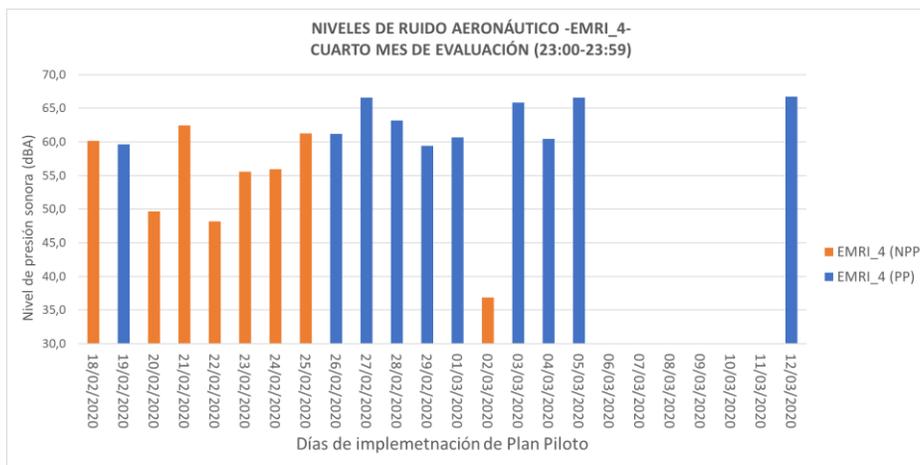


Ilustración 36. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_4 (23:00-23:59).

- **Estación OACI EMRI_17 – Municipio de Funza rural.**

Los siguientes resultados son los presentados por perfil horario para los días del 18 de febrero del 2020 al 46 de marzo del 2020, en la estación de criterio OACI de sobrevuelo y aproximación para el municipio de Funza en su sector rural y vereda La Isla.

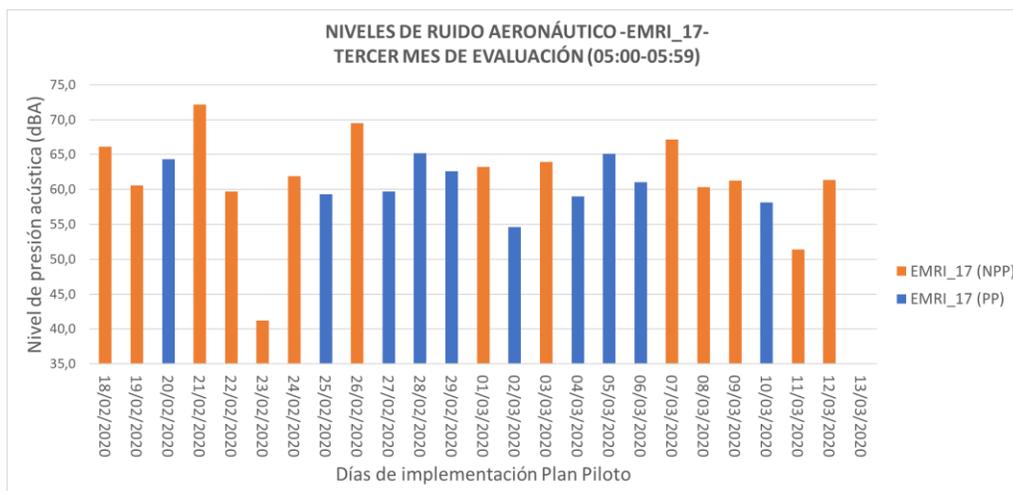


Ilustración 37. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (05:00-05:59).

- Como se puede detallar en la Ilustración 36, los niveles equivalentes de ruido aeronáutico presentan un equivalente de 63 LAeq aproximadamente, con la implementación de la nueva metodología del Plan Piloto. Sin embargo, se detallan días como el 21, 26 de febrero y 7 de marzo, en los cuales se elevó el nivel equivalente de ruido hasta sobrepasar los 70 LAeq, ejecutándose una operación según los lineamientos de la Resolución 1034 del 2015

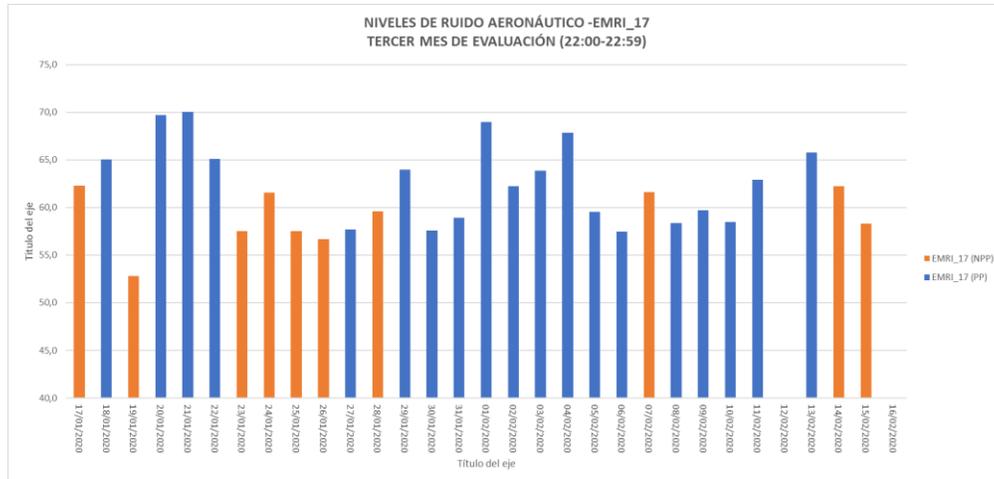


Ilustración 38. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (22:00-22:59).

- De la misma manera, la estación EMRI_17, en el horario de 23:00 a 23:59, presenta un aumento significativo en los niveles de ruido aeronáutico registrados, llevando a cabo uno de los principales objetivos del proyecto, el cual permite distribuir el impacto de ruido generado por las operaciones aéreas al área menos densamente poblada.

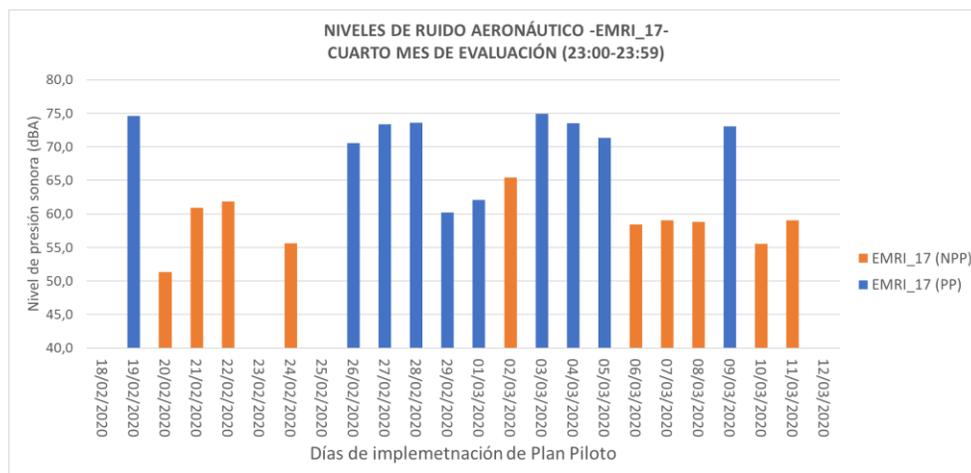


Ilustración 39. Niveles equivalentes de ruido aeronáutico implementación Plan Piloto, EMRI_17 (23:00-23:59).

2.3.3 Comparación de niveles de ruido vs cantidad de operaciones

La comparación que se presentara en el siguiente capítulo del documento, describe la relación entre los niveles de presión sonora generados por el impacto de ruido de las operaciones aéreas y la cantidad de las mismas. Logrando una correcta muestra y correlación entre los datos. Los diagramas de cajas y bigotes permiten visualizar la dispersión de los datos por medio de cuartiles de información. Estos permiten ser ubicados en cinco puntos que describen el comportamiento de los datos, los cuales son: valor mínimo típico, cuartil 25, mediana, cuartil 75 y valor máximo típico.

A. Horario de evaluación de 00:00 a 04:59

Los siguientes diagramas se describe la dispersión de los datos de ruido aeronáutico registrados en el horario de 00:00 a 04:59, por las estaciones de aproximación, las cuales están ubicadas en las localidades de Engativá, Fontibón y el municipio de Funza. Por tal motivo, y como respuesta al requerimiento de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en el Artículo Primero, numeral 4.d, del Auto de Seguimiento N° 00959 de febrero del 2020, se presenta la distribución de niveles de ruido registrados en las estaciones del municipio de Funza.

Es decir, se presentará un análisis entre los niveles de ruido generados por la operación aérea y la cantidad de operaciones desarrolladas en las tres franjas horarias de modificación de restricción operacional.

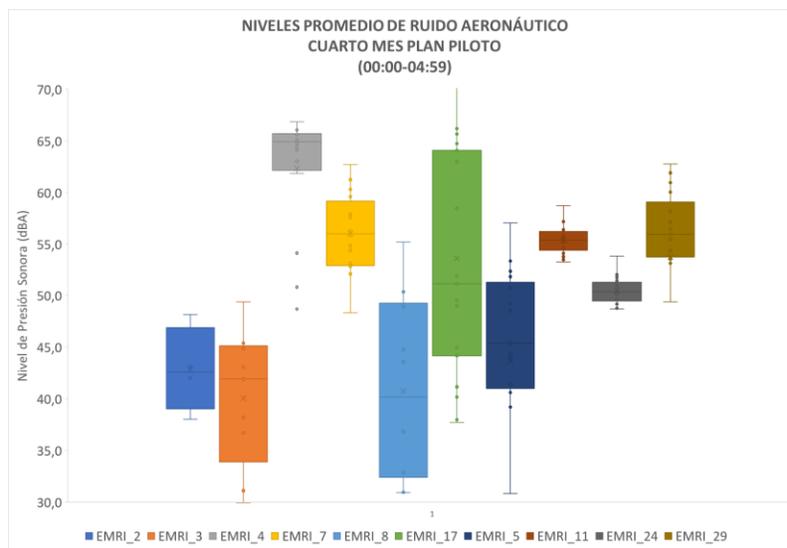


Ilustración 40. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (00:00-04:59)

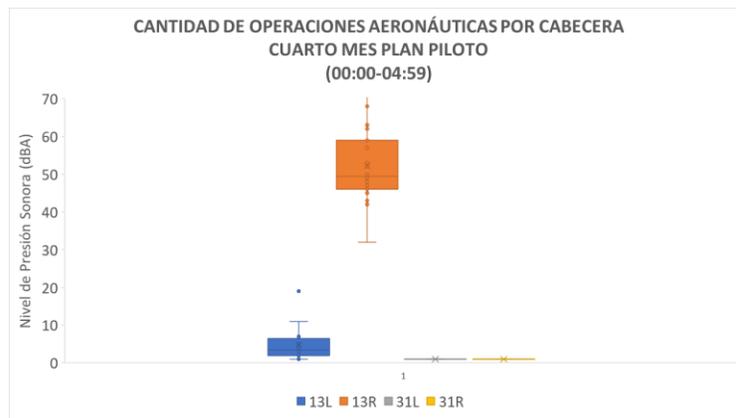


Ilustración 41. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (00:00-04:59)

- Como se puede detallar en las Ilustraciones 39 y 40, los niveles de ruido son mayores en las estaciones EMRI_4 y EMRI_17, las cuales están ubicadas en el municipio de Funza y registran toda la operación encontrada que se ejecute en este horario de evaluación.
- De igual manera, el número de operaciones es mayor en la cabecera 13_R, cabecera por la cual la mayoría de la operación que se dirige en sentido oriente-occidente sobrevuela, permitiendo una correlación directa con los niveles de ruido equivalente y la configuración operacional establecida para este horario.
- Las estaciones EMRI_11, 24 y 29 presentaron niveles de ruido equivalente lo cuales superaron los 59 dBA. Lo cual permite inferir que aun cuando la operación aérea se recarga sobre el municipio de Funza, los procedimientos realizados minimizan el impacto de ruido generado por las operaciones.

B. Horario de evaluación de 05:00 a 05:59

Los siguientes diagramas describen la dispersión de los datos de ruido aeronáutico registrados en el horario de 05:00 a 05:59, por las estaciones de aproximación, las cuales están ubicadas en las localidades de Engativá, Fontibón y el municipio de Funza.

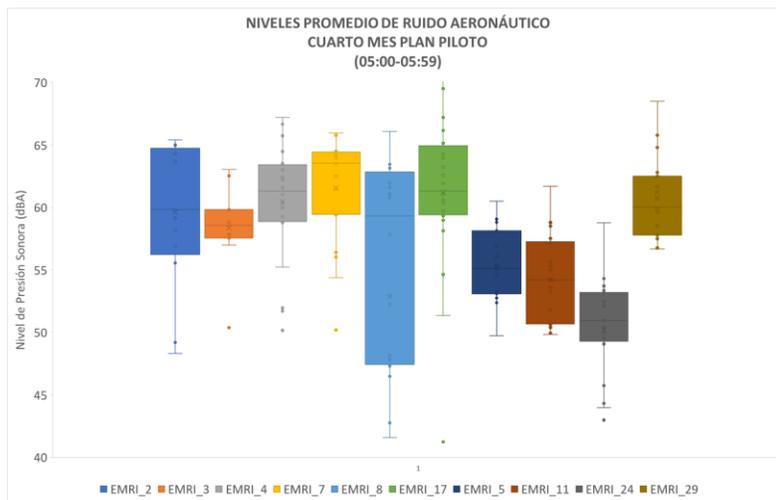


Ilustración 42. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (05:00-05:59)

- La estación que presentó los menores niveles de ruido aeronáutico medios fue la estación EMRI_3, con un nivel equivalente inferior a los 58 LAeq. Sin embargo, la estación EMRI_29, ubicada en el sector de Funza, presenta una mediana en los datos de 60 LAeq, con valores atípicos que superaron los 65 dBA.
- Realizando una comparación de los valores medios de los niveles de ruido, se evidencia que la estación EMRI_17, fue la que mayor nivel de ruido aeronáutico registró, con una magnitud de 65LAeq.
- En la franja horario de 05:00 a 05:59, las estaciones EMRI_5, 11 y 24 ubicadas en el sector de Funza, no presentan niveles de ruido aeronáutico superiores a los 58 dBA. Lo cual permite disminuir el impacto de ruido bajo este municipio y redistribuir los niveles de ruido.

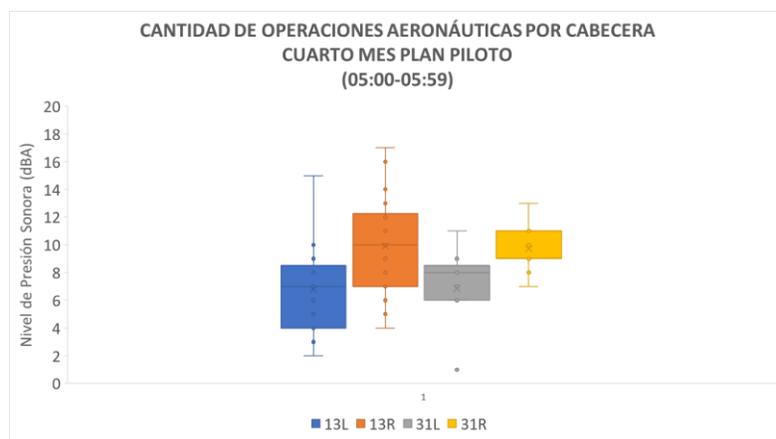


Ilustración 43. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (05:00-05:59)

- Correlacionando la cantidad de operaciones en esta franja horaria y los niveles de ruido monitoreados, se confirma un aumento en la cantidad de operaciones registradas por la cabecera 13_R, llegando a tener un máximo típico de 12 operaciones en 60 minutos.
- Aunque el mayor equivalente de operaciones realizadas se desarrolla sobre la cabecera 13_R. Los niveles de ruido aeronáutico más altos los registro la estación EMRI_17 seguida de las estaciones EMRI_4 y 29. Siendo al mismo tiempo, las estaciones con mayores niveles de ruido atípicos registrados.

C. Horario de evaluación de 22:00 a 22:59

Los siguientes diagramas describen la dispersión de los datos de ruido aeronáutico registrados en el horario de 22:00 a 22:59, por las estaciones de aproximación, las cuales están ubicadas en las localidades de Engativá, Fontibón y el municipio de Funza.

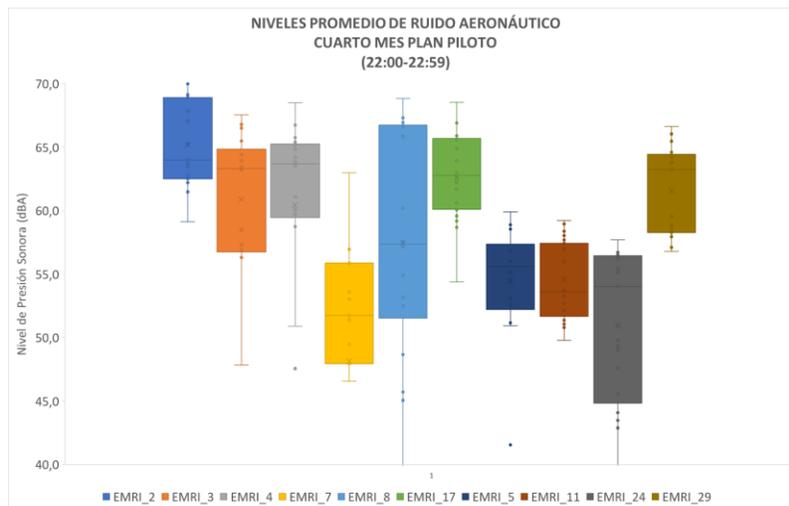


Ilustración 44. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (22:00-22:59)

- Los niveles máximos de ruido aeronáutico registrados, presentan un comportamiento ascendente; siendo la estación EMRI_2 la que registró un valor típico de 64 LAeq y EMRI_17 con un nivel de 63 LAeq.
- Por otro lado, solo la estación EMRI_2, presento un valor atípico registrado con un nivel de ruido aeronáutico de 69 LAeq aproximadamente.
- Para las estaciones de EMRI_5, 11 y 24, ubicadas en el municipio de Funza, presentaron un valor de mediana en la distribución de datos que no supera los 57 LAeq. Sin embargo, la estación EMRI_29, ubicada en el sector industrial del municipio de Funza presenta un nivel de mediana de 64 LAeq.

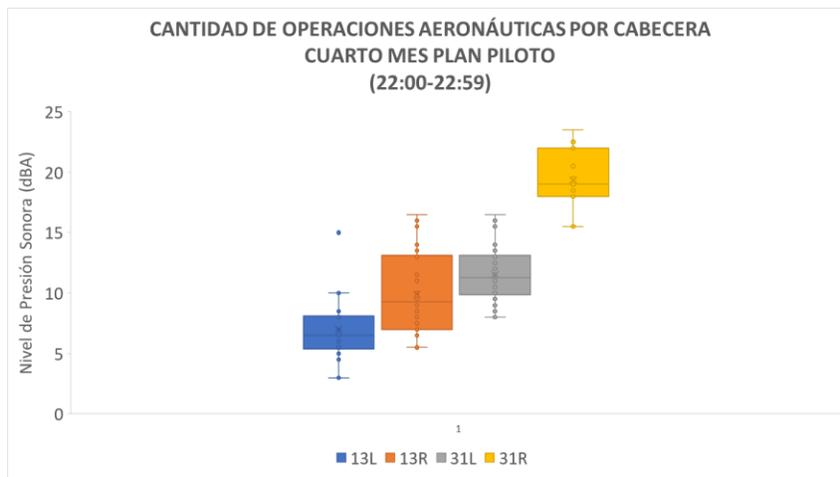


Ilustración 45. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (22:00-22:59)

- De forma contraria, la cantidad de operaciones registrada presenta una gran variabilidad entre los datos, de esta forma, la cabecera 31_R es la que mayor dispersión de datos registra, llegando hasta un máximo típico de 24 operaciones en una hora. Sin embargo, en cuanto a los niveles de ruido, la estación EMRI_8 presenta la mayor dispersión de datos, lo cual indica que cerca a esta área, se registraron niveles de ruido entre 51 y 67 LAeq.

D. Horario de evaluación de 23:00 a 23:59

Los siguientes diagramas describen la dispersión de los datos de ruido aeronáutico registrados en el horario de 23:00 a 23:59, por las estaciones de aproximación, las cuales están ubicadas en las localidades de Engativá, Fontibón y el municipio de Funza.

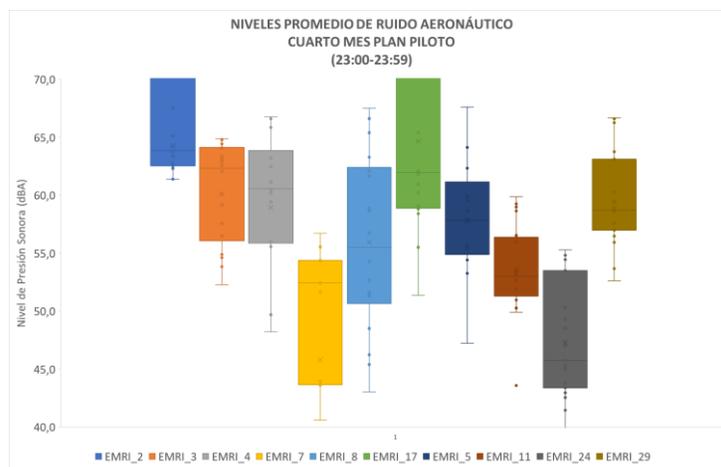


Ilustración 46. Diagrama de cajas para ruido aeronáutico en el horario de (23:00-23:59)

- En cuanto a los niveles de ruido, la estación EMRI_2 es la que mayor nivel medio de ruido registro, alcanzando los 64 LAeq. De igual forma, la estación que mayor nivel máximo típico registro fue la estación EMRI_17 con niveles hasta de 70 LAeq. Esto puede atribuirse, debido

a que esta estación se encuentra cerca a la cabecera 13_L, la cual no tiene restricción por capítulos de ruido en ninguno tipo de operación aérea.

- En las estaciones ubicadas en el sector de Funza, la estación EMRI_29 y EMRI_5 presentaron las medianas mas altas con niveles de ruido de 58 y 60 LAeq respectivamente. Sin embargo, se presentaron valores máximos hasta de 67 LAeq.

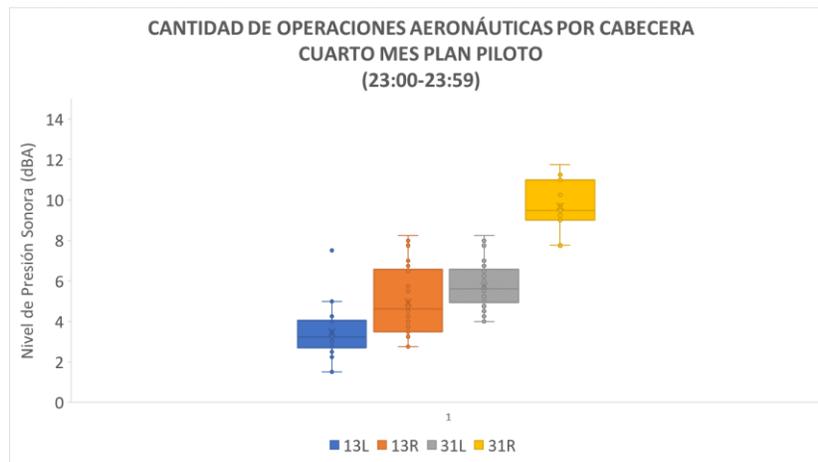


Ilustración 47. Diagrama de cajas para cantidad de operaciones por cabecera en el horario de (23:00-23:59)

- La cantidad de operaciones registradas corresponde directamente con los niveles de ruido aeronáutico registrados anteriormente, tres estaciones, las cuales son; EMRI_2, EMRI_3 y EMRI_4, correlacionan los niveles de ruido con la cantidad de operaciones. Esto quiere decir que las cabeceras con mayor cantidad de operaciones fueron: 31_R, 31_L y 13_R, respectivamente.

3 REGISTRO HISTÓRICO DE NIVELES DE RUIDO AERONÁUTICO

En el siguiente capítulo de este informe, se hará visible el comportamiento de los niveles equivalente de ruido aeronáutico registrados a lo largo del monitoreo desarrollado desde el año 2016. Este registro permite comparar los datos registrados desde el 18 de febrero hasta el 14 de marzo a partir del año 2016 en cada uno de los horarios de restricción los cuales son: 00:00-04:59, 05:00-05:59, 22:00-22:59 y por último 23:00 a 23:59.

Además, en este apartado se dará respuesta al requerimiento de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en el Artículo Primero, numeral 4.a, del Auto de Seguimiento N° 00959 de febrero del 2020, donde se presenta una línea base de tiempo, la cual permitirá analizar los niveles de ruido aeronáutico en función de las condiciones operacionales de cada anualidad.

- **HORARIO DE 00:00 A 04:59 – NIVELES HISTORICOS –**



Ilustración 48. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_2.

- ✓ Como se puede ver en la Ilustración 34, los niveles de ruido registrados en la estación EMRI_2 en el periodo 2019-2020, son menores que los registrados en los años anterior. Teniendo en cuenta que cada año se aumentó un 3% aproximadamente la cantidad de operación del aeródromo.
- ✓ Los niveles máximo típicos registrados en el periodo 2019-2020 son los más bajos registrados en lo corrido del SVCA, lo cual indica que las estrategias de mitigación del impacto de ruido son efectivas para los resultados registrados en dicha estación.



Ilustración 49. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_3.

- ✓ Como se puede ver en la Ilustración 48, los niveles de ruido registrados en la estación EMRI_3 en el periodo 2019-2020, son muy similares a los registrados en los años anterior. La relación de aumento entre el periodo 2018-2019 y 2019-2020 en los valores de mediana son de aproximadamente 3 dB.
- ✓ Los niveles máximo típicos registrados en el periodo 2019-2020 son los más altos registrados en lo corrido del SVCA. Esto permite inferir que, los niveles equivalentes aumentaron en el periodo actual de evaluación, con algunos eventos típicos que superaron los 45 dBA. Sin embargo, estos niveles de ruido se consideran de menor impacto debido a la poca energía generada.



Ilustración 50. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.

- ✓ Como se puede ver en la Ilustración 49, los niveles de ruido registrados en la estación EMRI_4, son menores que los registrados en los años anteriores, arrojando un valor medio de aproximadamente 64 LAeq.
- ✓ Los niveles máximo típicos registrados en el periodo 2019-2020 son los más bajos registrados en lo corrido del SVCA, lo cual indica que las estrategias de mitigación del impacto de ruido son efectivas para los resultados registrados en dicha estación.



Ilustración 51. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_7.

- ✓ Verificando los resultados de niveles equivalente de ruido aeronáutico para la estación EMRI_7, en el periodo 2018-2019 se obtuvo un valor medio de 50 LAeq, y un nivel medio de 56,5 LAeq para el periodo 2019-2020. Sin embargo, el nivel máximo típico registrado en el año 2019-2020, es menor por aproximadamente 5 dB.

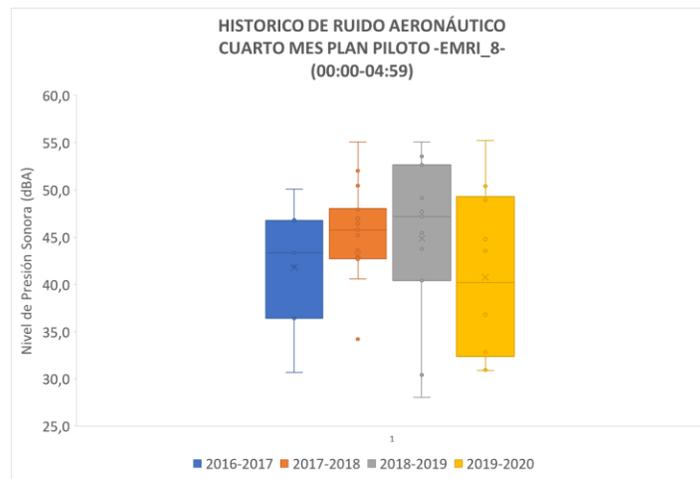


Ilustración 52. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.

- ✓ En la estación EMRI_8, se registra un nivel equivalente de ruido aeronáutico de 40 LAeq entre los periodos de comparación del 2018-2019 y de 2019-2020. Además, se registró una dispersión de los datos entre 33 LAeq y 50 LAeq en el último periodo evaluado, lo cual indica que se registraron eventos aeronáuticos con menores niveles de emisión de ruido aéreo con respecto al periodo 2018-2019.



Ilustración 53. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_5.

- ✓ De la misma forma, se evaluaron las estaciones que monitorean el área del municipio de Funza. Se realizó la comparación de la distribución de niveles de ruido aeronáutico red los últimos periodos de monitoreo. Como se puede ver en la ilustración 52, la mediana de los datos de ruido del último año se encuentra sobre los 47 LAeq, siendo la menor entre todos los periodos de monitoreo.
- ✓ La estación EMRI_5 es la estación más lejana con respecto a las cabeceras 13_L/R. Aunque las configuraciones operacionales implementadas a lo largo del cuarto mes del Plan Piloto fueron relativamente parejas. La restricción por capítulos de ruido ha permitido que el

impacto de ruido generado por la operación aérea disminuyera tanto en el equivalente de niveles como en los niveles máximos registrados.

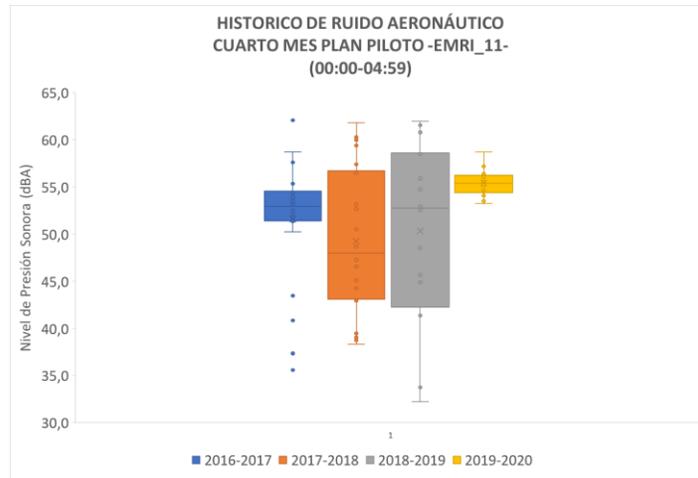


Ilustración 54. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_11.

- ✓ La estación EMRI_11, ubicada a 2 km de distancia de la estación EMRI_5 en sentido perpendicular, presenta un aumento en la mediana de la distribución de los datos en el periodo 2019-2020 con un nivel de 55 LAeq. Sin embargo, se el valor máximo típico de ruido disminuyo considerablemente, pasando de 63 LAeq para el periodo 2018-2019 a 58,5 LAeq para el periodo actual. Lo cual permite inferir que las restricciones por capítulo de ruido implementadas en la configuración operacional del Plan Piloto han permitido disminuir los niveles más altos de ruido aeronáutico bajo esta zona.

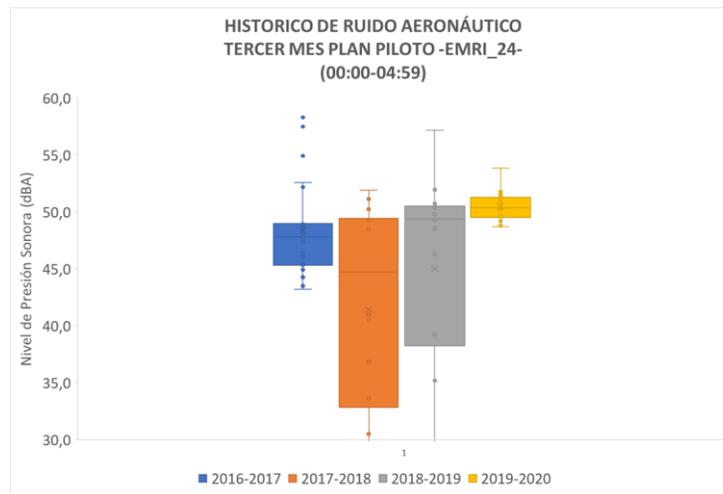


Ilustración 55. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.

- ✓ La estación EMRI_24, ubicada en la zona urbana del municipio registro un aumento de 1 dB en la mediana de la distribución de los datos de ruido aeronáutico con respecto al periodo 2018-2019. Por otro lado, el nivel máximo típico registrado para el periodo anterior de

evaluación estaba sobre los 57,6 LAeq, mientras que en el periodo actual de monitoreo este nivel se redujo a 49 LAeq.

- ✓ Si bien la mediana de la distribución de datos aumento a un nivel 58,4 LAeq para el último periodo evaluado. La distribución de los datos disminuyo considerablemente, sin superar los 60 LAeq.



Ilustración 56. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.

- ✓ En la estación EMRI_29, ubicada en la zona industrial del municipio de Funza, presenta una disminución de 5 dB en la mediana de los datos registrados, llegando a un nivel de 55 LAeq para el periodo 2019-2020. Los máximo niveles típicos también registraron una disminución en los niveles de ruido aeronáutico en casi la misma proporción.
- ✓ Es de aclarar que la implementación del Plan Piloto para el cuarto mes de evaluación no supero el 50% de los horarios. Aun así, el análisis de los resultados, permite evidenciar un aporte importante en el control de las emisiones de ruido aeronáutico.

● **HORARIO DE 05:00 A 05:59 – NIVELES HISTORICOS –**

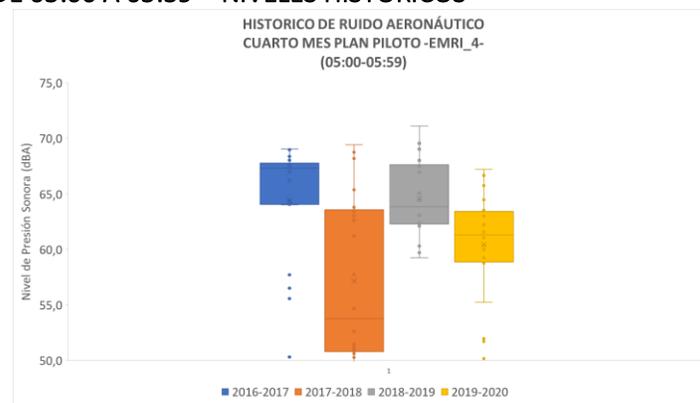


Ilustración 57. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.

- ✓ Pasando al horario de 05:00 a 05:59, se evidencia una disminución de aproximadamente 2,7 dB, en los niveles equivalente de ruido aeronáutico registrados en la estación EMRI_4.
- ✓ En esta última evaluación, se evidenciaron los niveles más bajos alcanzados a lo largo del monitoreo con el SVCA sobre los valores máximos típicos, con una magnitud de 67.2 LAeq.



Ilustración 58. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_17.

- ✓ Como se puede observar en la Ilustración 57, el nivel equivalente de ruido aeronáutico en el periodo de evaluación 2019-2020 es menor al periodo 2018-2019, alcanzando una reducción de ruido de aproximadamente 1 dB. De igual forma presenta el nivel máximo típico más alto entre los periodos 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020.

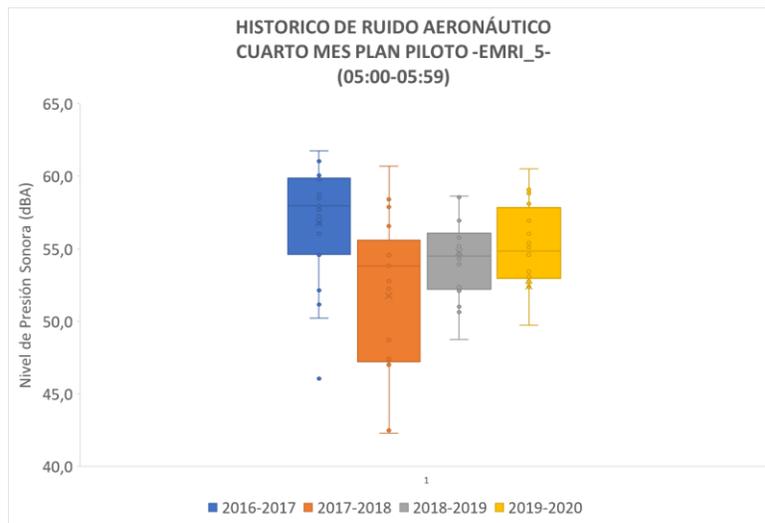


Ilustración 59. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_5.

- ✓ En la Ilustración 59, los niveles de ruido registrados en la estacione MRI_5 presenta una mediana coincidente con el periodo 2018-2019. Sin embargo, el nivel máximo típico presenta un aumento de aproximadamente 2,5 dB llegando 60,5 LAeq.



Ilustración 60. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_11.

- ✓ En el cuarto mes de implementación del Plan Piloto, se logró un cumplimiento de ejecución del 42% para esta franja horaria, esto permitió que la mitad del tiempo se desarrollara una configuración operacional según la Resolución 1034 y la otra mitad con la configuración operacional establecida para el Plan Piloto.
- ✓ En el periodo 2018-2019 la mediana de los datos de ruido estaba sobre los 55,8 LAeq, mientras que en el periodo 2019-2020 la mediana de los datos disminuyó a un nivel de 54,2 LAeq. Esto debido al cambio de configuración operacional en la mitad de los días de monitoreo limitando los despegues en sentido oriente-occidente.

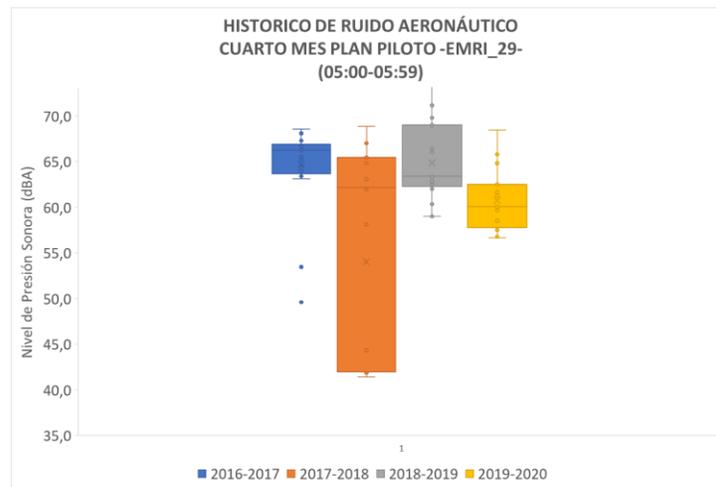


Ilustración 61. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.

- ✓ Como se puede evidenciar en la Ilustración 62, los niveles del periodo 2019-2020, disminuyen en cuanto al nivel equivalente de nivel presión sonora, además, de un decremento del nivel máximo típico, llegando a ser una disminución de al menos 3,3 dB con respecto al nivel equivalente, y de 6 dB con respecto al nivel máximo típico.

• HORARIO DE 22:00 A 22:59 – NIVELES HISTORICOS –

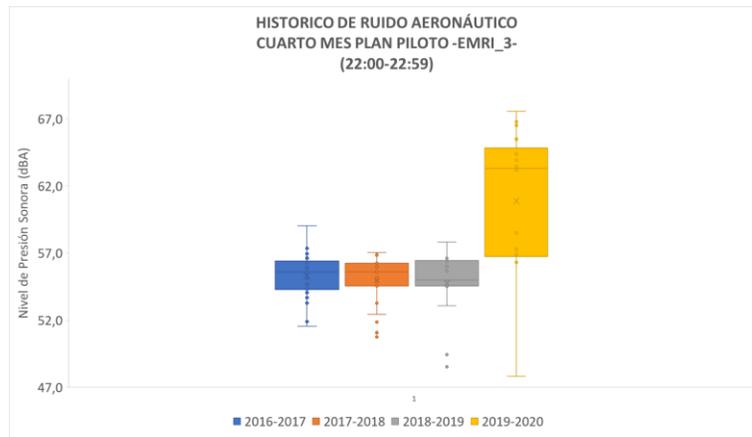


Ilustración 62. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_3.

- ✓ La Ilustración 63, registro los niveles mal altos de ruido aeronáutico en los últimos periodos de monitoreo de ruido, los cuales son; 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020. Esto se debe al cambio de la configuración operacional, ya que uno de los objetivos de este proyecto se enfoca en la distribución sostenible de los niveles de ruido aeronáutico. Cabe aclarar que el valor de la mediana de los datos registrados no supera los 63,3 LAeq, dando cumplimiento a lo establecido bajo la curva de 65 LDN.

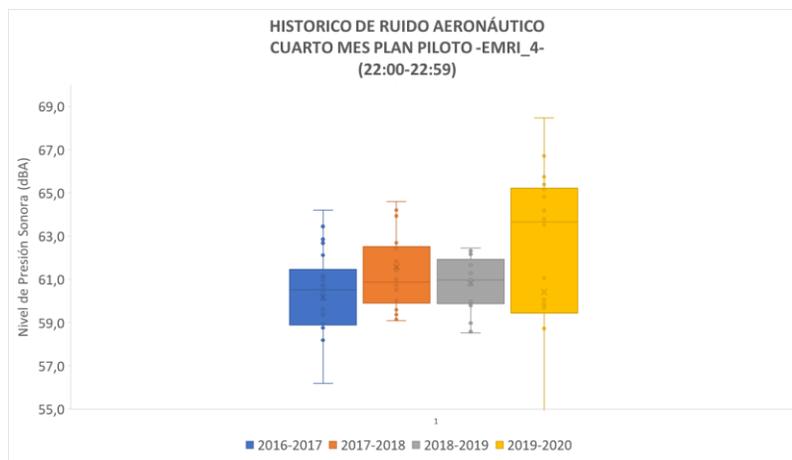


Ilustración 63. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_4.

- ✓ La estación EMRI_4, registro los niveles mal altos de ruido aeronáutico en lo corrido del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental. Sin embargo, la mediana de los datos registrados se encuentra en un nivel de 63,7 LAeq, dando cumplimiento a lo establecido bajo la curva de 65 LDN.

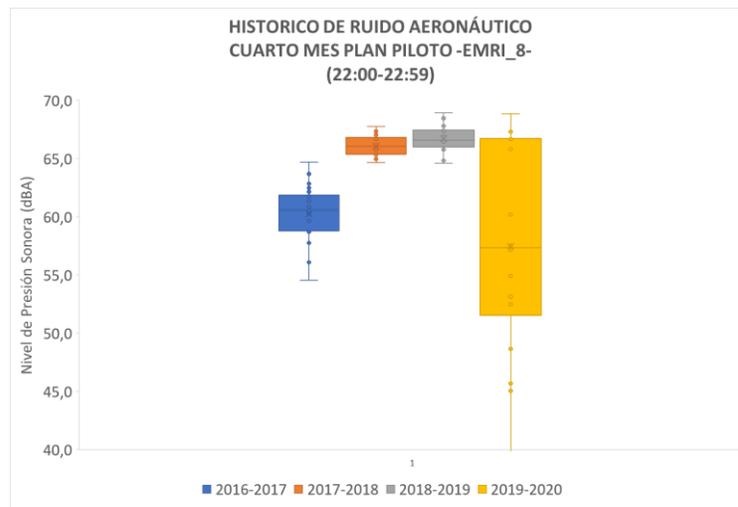


Ilustración 64. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.

- ✓ Uno de los mayores beneficios que conlleva la operación del denominado Plan Piloto, se evidencia en la disminución de nivel equivalente de ruido aeronáutico de aproximadamente 9 dB con respecto al periodo 2018-2019. Esto se debe al cambio de operación de despegues a solo aterrizajes, además, de la restricción establecida para de las cabeceras 31L/R.

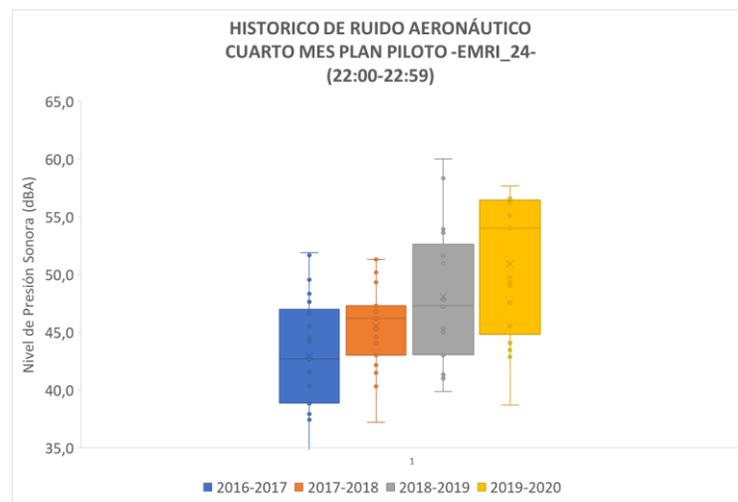


Ilustración 65. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.

- ✓ Si bien los niveles de ruido aeronáutico disminuyen considerablemente en las zonas laterales más cercanas al Aeropuerto Internacional El Dorado, como se observa anteriormente. La mitad de la operación aérea se desarrolló bajo la configuración de la Resolución 1034 del 2015. Por lo tanto, en la estación EMRI_24, evidencia que la mediana de los datos se encuentra en un nivel de 54 LAeq. De la misma forma, el nivel máximo típico disminuyó con respecto al periodo 2018-2019 en aproximadamente 3 dB.

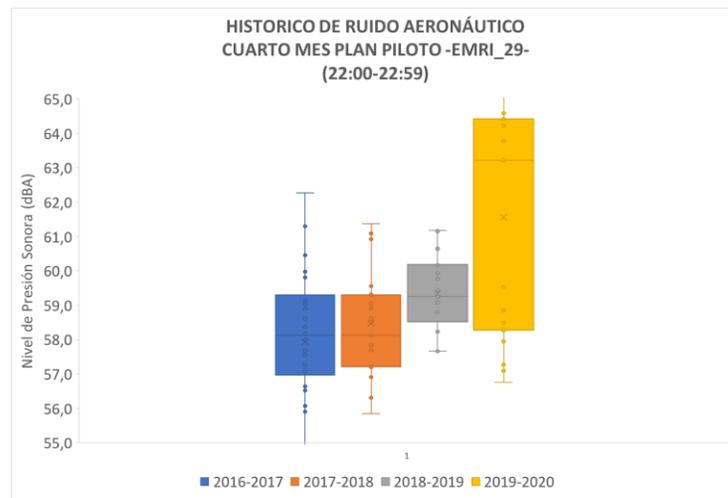


Ilustración 66. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_29.

- ✓ En comparación con los resultados obtenidos en las ilustraciones 67 y 68. Debido a su cercanía presentan un comportamiento muy similar de los niveles de ruido. Esto se debe al cambio de configuraciones operacionales implementado en el cuarto mes de Plan Piloto.
- HORARIO DE 23:00 A 23:59 – NIVELES HISTORICOS –

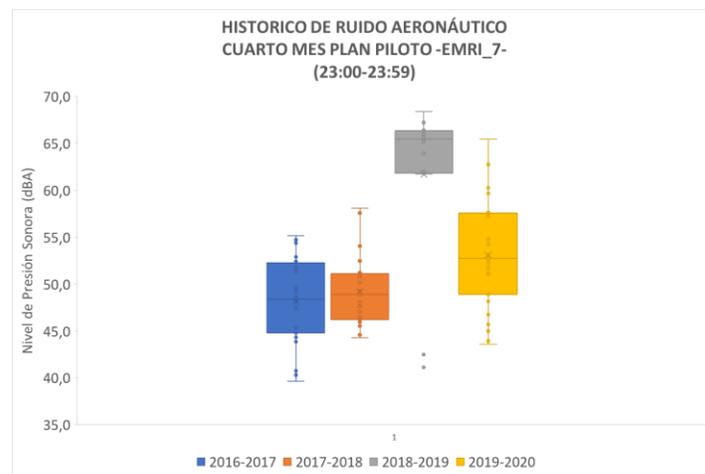


Ilustración 67. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_7.

- ✓ Como se puede verificar en la estación EMRI_7, los niveles equivalentes de ruido aeronáutico tienen a disminuir en el último periodo de evaluación, dejando una relación de disminución de aproximadamente 12 dB.
- ✓ De la misma forma, el nivel máximo de ruido atípico, también disminuyó con respecto al periodo 2018-2019.

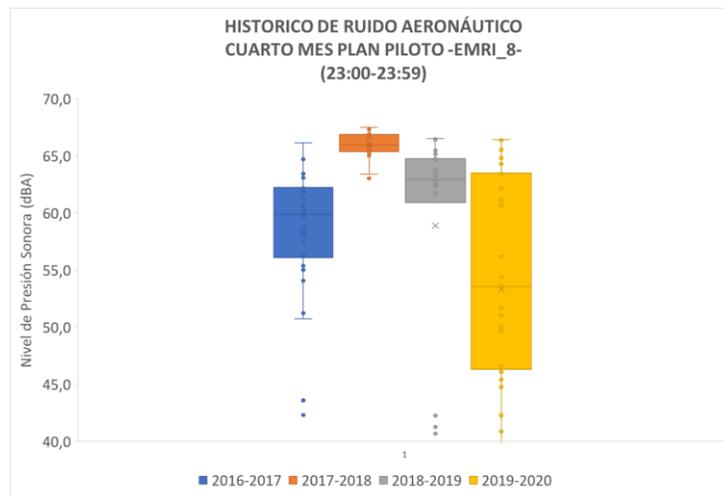


Ilustración 68. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_8.

- ✓ En el horario de 23:00 a 23:59, la estación EMRI_8, presenta los niveles de ruido más bajos registrados en este horario, donde se puede evidenciar una diferencia de aproximadamente 10 dB con respecto al periodo 2018-2019.

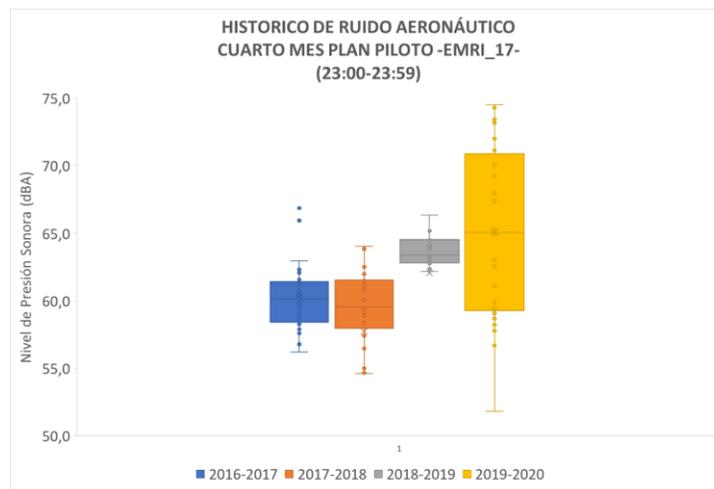


Ilustración 69. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_17.

- ✓ Como se puede observar en la estación EMRI_17. La mediana de los datos de ruido aeronáutico se mantiene en un valor de 65,1 LAeq. Sin embargo, se presenta una distribución de los datos entre 59 dBA y 71,2 dBA. Esto con la finalidad de distribuir los niveles más altos de ruido aeronáutico a las zonas menos densamente pobladas.

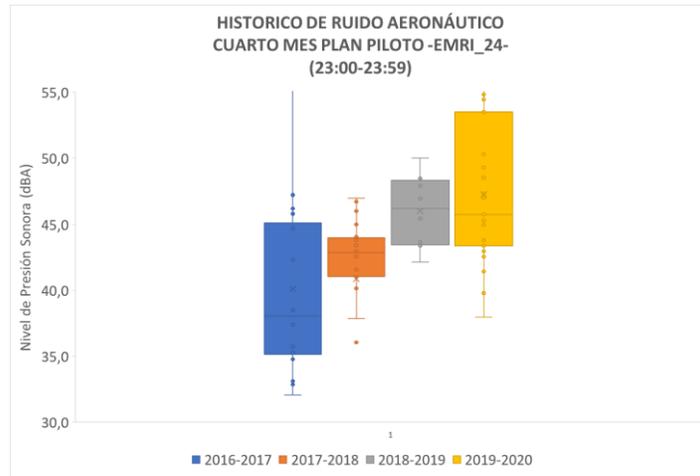


Ilustración 70. Histórico de niveles de ruido aeronáutico-EMRI_24.

- ✓ Si bien los niveles de ruido aeronáutico disminuyen considerablemente en las zonas laterales más cercanas al Aeropuerto Internacional El Dorado, como se observa anteriormente. La mitad de la operación aérea se desarrolló bajo la configuración de la Resolución 1034 del 2015. Por lo tanto, en la estación EMRI_24, evidencia que la mediana de los datos se encuentra en un nivel de 45,7 LAeq. Por otro lado, la distribución de los datos se encuentra entre los 43 dBA y 53,5 dBA, sin superar niveles de impacto de ruido considerables.

4 INCERTIDUMBRE

Para todo procedimiento de mediciones acústicas, los eventos presentes en el transcurso de la captura, los implementos que atraviesan el registró sonoro, la variabilidad de las condiciones atmosféricas y demás factores, influyen en el nivel de confianza que se puede asociar a los resultados.

A causa de la variabilidad evidenciada por todas estas fuentes de incertidumbre, el resultado de una medida de ruido consta generalmente de varias componentes, que pueden agruparse en dos tipos, según el modo en que se estime su valor numérico:

- Incertidumbre Tipo A. Aquellas que se evalúan por métodos estadísticos,
- Incertidumbre Tipo B. Aquellas que se evalúan por otros medios.

El procedimiento seguido en este informe está ajustado a los estándares de la ISO/FDIS 1996-2:2015 para el cálculo general de la incertidumbre expandida y la ISO 20906:2009 para la incertidumbre típica debida a la instrumentación, no obstante, se observan los dos tipos de incertidumbres en las diversas contribuciones evaluadas.

En este caso, la incertidumbre de los niveles de presión sonora es cuantificada teniendo en cuenta diferentes factores que afectan la fiabilidad de los resultados registrados, tales como, la fuente sonora, la distancia de la fuente respecto al punto de medición, el ruido de fondo y la relación señal/ruido, las condiciones meteorológicas, entre otros.

La normativa en mención determina el procedimiento por el cual se calcula la incertidumbre de las mediciones de ruido ambiental el cual se resume en la siguiente tabla:

Incertidumbre Típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la Instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual		
A dB	X dB	Y dB	Z dB	$\sigma_t = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ dB	$\pm 2\sigma_t$ dB

Tabla 2 Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.

Fuente: ISO 1996-2

4.1 INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA.

Teniendo todos los factores de contribución de incertidumbre y su respectivo coeficiente, se calcula la incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre expandida se caracteriza con un $k = 2$, con lo cual el término se define como:

$$U = k * u_c$$

Algunas variables que definen la incertidumbre típica combinada como lo son la instrumentación y las condiciones meteorológicas no varían de una estación a otra, puesto que las estaciones se

encuentran próximas entre ellas y utilizan los mismos equipos de medición, por lo cual no son variables que se tengan en cuenta y que afecten el valor de la incertidumbre entre estaciones de medición, mientras que variables como el ruido residual, el nivel de presión sonora continuo equivalente y las condiciones de funcionamiento si influyen y cambian entre estaciones, ya que este tipo de variables son influenciadas por valores típicos de cada estación como lo son los datos de ruido ambiental, ruido residual referente al percentil L90 y el aforo vehicular en cercanías a cada una de los puntos de medición.

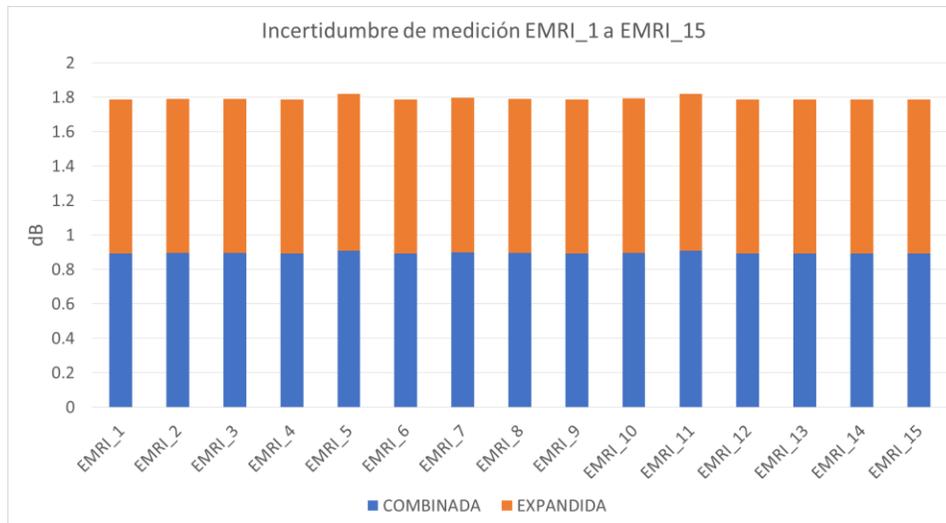


Ilustración 71 Incertidumbre de medición combinada y expandida de las estaciones EMRI_1 a EMRI_15

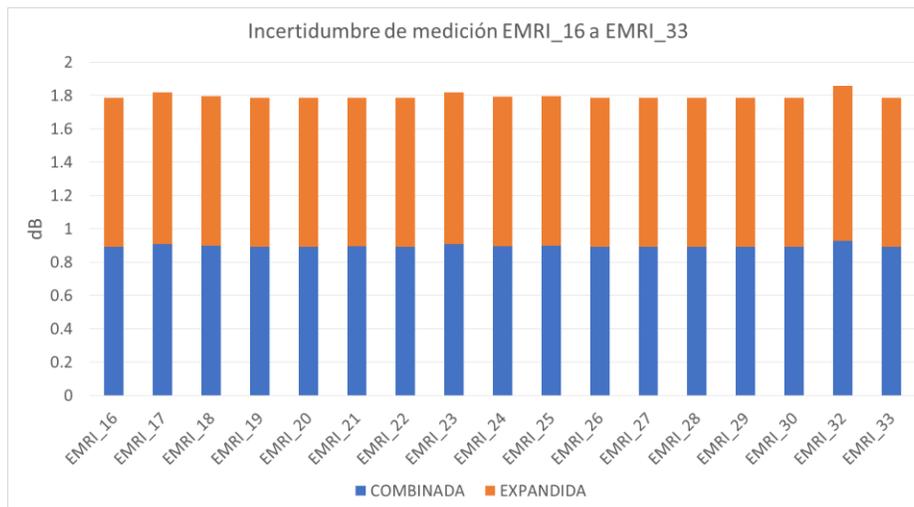


Ilustración 72 Incertidumbre de medición combinada y expandida de las estaciones EMRI_16 a EMRI_33

5 CONCLUSIONES

- Realizando una comparación de los porcentajes de distribución de aeronaves que cuentan con capítulo de ruido III o IV, desde el inicio del Plan Piloto hasta la fecha, se ha logrado un aumento en 22 puntos porcentuales del cumplimiento en la operación de aeronaves catalogadas capítulo 4 de ruido por el anexo 16, volumen I de la OACI para el horario de 22:00 a 23:59 hora objeto de flexibilización, evidenciando una reducción de los niveles de ruido en comparación con la línea base desde el año 2016. Lo cual se ve reflejado en los barrios de extensión mayoritaria de la curva LDN de los 65 dBA de la localidad de Engativá, que a su vez cubre mayor cantidad de personas expuestas, en donde se evidencia un equilibrio de los niveles de ruido por la distribución de operaciones y de procedimientos de aterrizaje en la cabecera 31L y 31 R (pista sur y norte). No obstante, la Aerocivil en cumplimiento a la evaluación de las restricciones operativas de las pistas constantemente realiza mesas de trabajo con la industria aérea y sanciones a las que haya lugar por la no operación ajustada al plan piloto sin una justificación operativa válida.

- Por medio del seguimiento al Plan Piloto, se logra el análisis de los niveles de ruido generados por las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional El Dorado en las franjas de flexibilización establecidas para esta configuración. De tal forma, aportar un análisis técnico que permita verificar los cambios de presión sonora propagados por la terminal aérea. Así, la cantidad de operaciones aéreas que se han evidenciado en las horas objeto de flexibilización en cada franja horaria analizadas en este documento identifica que el cumplimiento a la restricción operativa por tipo de aeronaves en la cabecera 13R en el horario de 00:00 a 4:59 horas (UTC -5) ha sido del 99.4% manteniendo hasta la fecha la restricción para las aeronaves de modelo Boeing 727-200, Boeing 737-200 y MD11. El 0,6% de operaciones que se realizaron en esta cabecera corresponde a condiciones especiales de operación de aterrizaje primando la seguridad operacional aérea y por congestión del tránsito aéreo en dicha franja horaria se procedió a realizar esta aproximación que de igual forma al realizar el correspondiente análisis no representaron niveles de ruido significativos por el tipo de operación realizada.

- Dentro de las zonas que presentan un equilibrio en los niveles equivalente de ruido aeronáutico se encuentra el municipio de Funza, especialmente en los horarios de 00:00 a 04:59 y de 05:00 a 05:59, todas las estaciones de monitoreo del municipio presentan una reducción en los niveles equivalente de ruido y en los valores máximos típicos presentados anteriormente. Esto se compensa directamente con el horario de 22:00 a 23:59, donde las estaciones EMRI_24 y EMRI_29 presentan un aumento en los niveles equivalentes de ruido. De igual forma, se debe tener en cuenta que la implementación del Plan Piloto en los horarios de 05:00 a 05:59 y de 22:00 a 23:59 no logro alcanzar el 48% debido a las condiciones meteorológicas acontecidas.

- Evaluando la tendencia del medio de las 4 cabeceras en las horas objeto de flexibilización se evidencia que se mantiene un equilibrio sobre los niveles de ruido en dichos sectores aledaños al aeropuerto y una tendencia de reducción en diferentes sectores. Así, la localidad de Engativá presenta una reducción a los niveles de ruido en la franja horaria de 22:00 a 23:59 con una tendencia equilibrada en los mismos que presenta para esta misma franja

horaria en la localidad de Fontibón, esto como resultado a la distribución de carga operativa de las pistas que evidencia una distribución a su vez energética de los niveles de ruido producto de la operación aérea y las medidas de restricciones que se han adelantado por parte de la Aerocivil en el desarrollo del Plan Piloto. Por otro lado, el sector del municipio de Funza rural mantiene una tendencia de menores niveles de ruido en comparativo a la línea base de periodos representativos de años anteriores para la franja horaria de 05:00 a 06:00 horas reducción en los niveles de ruido, estableciendo las indicaciones y beneficios restrictivos del denominado Plan Piloto sobre tipo de aeronaves que operan y el procedimiento que se liga al equilibrio de la curva LDN con los niveles de exposición sonora evaluados a lo largo de los resultados.

- Si bien, la estación de monitoreo de ruido EMRI_17 identificada como el sector de menor densidad poblacional del contorno de los 65 dBA LDN y que presenta los niveles mayores de ruido para las horas objeto de flexibilización analizadas en este documento; dichos niveles de ruido son equiparables en términos de equilibrio acústico al no presentarse la misma situación a diferentes franjas horarias no determinadas en el desarrollo del Plan Piloto. Ya que en estas franjas horarias presenta incremento de niveles de ruido directamente proporcional a las restricciones operativas del Plan Piloto, pero en las restantes franjas horarias del día se presenta una operación de aproximación que por los datos típicos de comportamiento en este procedimiento son menores los niveles de ruido.