TÉRMINOS DE REFERENCIA EN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial

Capítulo 0
Resumen

Contrato No. 18001608 H3 – 2018

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 20
1 OBJETIVOS 21
1.1 OBJETIVO GENERAL 21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21
2 GENERALIDADES 23
2.1 ANTECEDENTES 23
2.1.1 JUSTIFICACIÓN 25
2.1.1.1 Panorama mundial sobre el tránsito aéreo 29
2.1.1.2 Concepto de “Aeropuerto Hub” 30
2.1.1.3 Aeropuerto Internacional El Dorado proyectado “*Hub*” de las Américas 33
2.1.1.4 Ubicación geoestratégica 34
2.1.2 MARCO JURÍDICO 35
2.1.3 LICENCIA AMBIENTAL 61
2.1.3.1 Resolución 1330 de 1995 62
2.1.3.2 Resolución 534 De 1998 63
2.1.3.3 Resolución 745 De 1998 “Por la cual se resuelven recursos de reposición interpuestos contra la Res 534 de 1998” 64
2.1.3.4 Resolución 1034 de 2015 – ANLA 64
2.1.3.5 Resolución 1567 De 2015 – ANLA “Por medio del cual se resuelve el recurso de reposición interpuesto a la Resolución 1034 de 2014” 65
2.1.4 ACTOS ADMINISTRATIVOS DISTRITALES 65
2.1.4.1 Decreto 301 de 1990 de la Alcaldía Mayor de Bogotá 65
2.1.4.2 Decreto 1261 de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá 66
2.1.4.3 Resolución 1198 de 1998 del Dpto. Administrativo de Medio Ambiente 66
2.1.4.4 Decreto 765 de 1999 de la Alcaldía Mayor de Bogotá 66
2.1.4.4.1 Área de influencia aeroportuaria 67
2.1.4.4.2 Área de influencia aeronáutica 67
2.1.5 RECINTO PRUEBA DE MOTORES 67
2.1.6 ESTUDIOS PREVIOS 68
2.2 ALCANCES 69
2.3 METODOLOGÍA 69
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 70
3.1 LOCALIZACIÓN 70
3.1.1 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO. 70

3.1.1.1 Fase Preliminar: 71
3.1.1.1.1 Ajuste Estratégico de operación. 71
3.1.1.1.2 Acciones informativas de divulgación. 90
3.1.1.2 Ejecución Operativa. 91
3.1.1.2.1 Configuración operacional del Proyecto. 91
3.1.2 COSTOS DEL PROYECTO. 107
3.1.3 CRONOGRAMA DEL PROYECTO. 108
3.1.4 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO. 111
4 ÁREA DE INFLUENCIA 112
4.1 DEFINICÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. 112
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 116
5.1 MEDIO ABIÓTICO 116
5.1.1 GEOLOGÍA 116
5.1.1.1 Marco geológico regional 117
5.1.1.1.1 Estratigrafía 119
5.1.1.1.2 Estructuras Regionales 122
5.1.1.2 Geología local 123
5.1.1.2.1 Unidades Geológicas Superficiales 123
5.1.1.2.2 Zonificación geomecánica de los materiales 128
5.1.2 GEOMORFOLOGÍA 130
5.1.2.1 Unidades geomorfológicas según IGAC 131
5.1.2.1.1 Unidades Geomorfológicas 131
5.1.2.1.2 Unidades geomorfológicas según SGC 133
5.1.2.1.3 Ambiente Fluvial 135
5.1.2.1.4 Ambiente Denudacional 136
5.1.2.1.5 Ambiente Antropogénico 136
5.1.2.2 Morfometría del relieve: pendientes 137
5.1.2.2.1 Pendiente en porcentaje (%) 138
5.1.2.2.2 Pendiente en grados (°) 139
5.1.2.3 Susceptibilidad por remoción en masa 140
5.1.3 PAISAJE 141
5.1.3.1 Unidades de paisaje geomorfológico 141
5.1.3.1.1 Basín 142
5.1.3.1.2 Cuerpo de Agua 142

5.1.3.1.3 Dique Artificial 142
5.1.3.1.4 Humedales 142
5.1.3.1.5 Llanuras de inundación 142
5.1.3.1.6 Planicies y deltas lacustrinos 142
5.1.3.1.7 Planos anegadizos 143
5.1.3.2 Definición de las unidades de paisaje ecológico 143
5.1.4 DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA DEL PAISAJE 145
5.1.4.1 Matriz 145
5.1.4.2 Parches 145
5.1.4.3 Corredores 145
5.1.4.4 Análisis de visibilidad y calidad paisajística 146
5.1.4.4.1 Accesibilidad Visual 146
5.1.4.4.2 Capacidad de absorción visual y fragilidad visual 147
5.1.4.5 Características visuales del paisaje geomorfológico 147
5.1.4.6 Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona 148
5.1.4.7 Identificación de sitios de interés paisajístico 148
5.1.5 SUELOS Y USOS DE LA TIERRA 148
5.1.5.1 Unidades cartográficas 148
5.1.5.1.1 AEU, Área de expansión urbana 149
5.1.5.1.2 ANT. Suelo antrópico 149
5.1.5.1.3 CA. Cuerpo de Agua 149
5.1.5.1.4 RLOa 149
5.1.5.1.5 RLQ 149
5.1.5.1.6 RMQ. 149
5.1.5.2 Caracterización agrológica de los suelos 150
5.1.5.3 Uso actual del suelo 151
5.1.5.4 Uso potencial del suelo 152
5.1.5.5 Conflictos de uso del suelo 153
5.1.6 HIDROLOGÍA 154
5.1.6.1 Humedal Jaboque 154
5.1.6.2 Humedal Gualí 155
5.1.6.3 Humedal Capellanía 155
5.1.6.4 Río Bogotá 156
5.1.6.4.1 Análisis de Caudal 157
5.1.6.4.2 Análisis Precipitación 157

5.1.6.5 Canal oriental de Fontibón 158
5.1.6.6 Canal los Ángeles de Jaboque 158
5.1.6.7 Canales de aguas lluvias en el Aeropuerto Internacional El Dorado 158
5.1.6.7.1 Canales de aguas luvias de la pista norte 159
5.1.6.8 Canales de aguas luvias de la pista sur 162
5.1.7 CALIDAD DEL AGUA Y USOS DEL AGUA 169
5.1.8 HIDROGEOLOGÍA 170
5.1.9 GEOTÉCNIA 172
5.1.10 ATMÓSFERA 173
5.1.10.1 Meteorología – información climática. 173
5.1.10.1.1 Temperatura 174
5.1.10.1.2 Presión Atmosférica 177
5.1.10.1.3 Precipitación 178
5.1.10.1.4 Humedad Relativa 181
5.1.10.1.5 Dirección y Velocidad de Viento 183
5.1.10.1.6 Radiación Solar 187
5.1.10.1.7 Nubosidad 190
5.1.10.1.8 Evaporación 192
5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones 193
5.1.10.2.1 Fuentes puntuales y de área 193
5.1.10.2.2 Fuentes móviles 195
5.1.10.2.3 Identificación de los potenciales receptores de interés 197
5.1.10.3 Calidad del aire 198
5.1.10.3.1 Ubicación geográfica de estaciones y entorno 198
5.1.10.3.2 Niveles de concentración permisibles para los contaminantes evaluados. 201
5.1.10.3.3 Resultados de monitoreo de calidad de Aire 201
5.1.10.4 Ruido 238
5.1.10.4.1 Identificación de fuentes de emisión 238
5.1.10.4.2 Estudio estratégico de ruido aeronáutico y ruido ambiental dentro del AID del Aeropuerto Internacional El Dorado 239
5.1.10.4.3 Estaciones de monitoreo. 239
5.1.10.4.4 Cobertura de estaciones y características adicionales. 243
5.1.10.4.5 Validez de la información. 243
5.1.10.4.6 Niveles Históricos de Ruido en el SVCA. 244
5.1.10.4.7 Análisis de aporte de ruido aeronáutico al ruido ambiental 246

5.1.10.5 Vibraciones 250
5.1.10.5.1 Puntos de mediciones 250
5.1.10.5.2 Posicionamiento de equipos de medición 252
5.1.10.5.3 Condiciones operacionales de medición 257
5.1.10.5.4 Proceso de medición 257
5.1.10.5.5 DIN 4150-3: 1999 Efecto de las vibraciones en estructuras 258
5.1.10.5.6 ANÁLISIS AERONÁUTICO DE FENOMENOS VIBRATORIOS 259
5.1.10.5.7 RESULTADOS DE ESTUDIO 264
5.2 MEDIO BIÓTICO. 269
5.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA BIÓTICA. 269
5.2.2 ECOSISTEMAS. 270
5.2.2.1 Ecosistemas terrestres. 270
5.2.2.1.1 Flora 270
5.2.2.2 Ecosistemas acuáticos. 275
5.2.2.2.1 Río Bogotá 275
5.2.2.2.2 Humedal Gualí – Tres Esquinas 276
5.2.2.2.3 Humedal La Florida 277
5.2.2.2.4 Humedal Jaboque 277
5.2.2.2.5 Humedal Capellanía 278
5.2.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 278
5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 280
5.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIOECONÓMICA 282
5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 285
5.4.1 MARCO CONCEPTUAL 286
5.4.2 RELACIÓN ENTRE UNIDADES DE ANÁLISIS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 289
5.4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 291
5.4.3.1 Ecosistemas terrestres 291
5.4.3.1.1 Tejido Urbano Continúo 292
5.4.3.1.2 Zonas industriales o comerciales 292
5.4.3.1.3 Red Vial, Ferroviarias y Terrenos Asociados 293
5.4.3.1.4 Aeropuertos 293
5.4.3.1.5 Zonas Verdes Urbanas 293
5.4.3.1.6 Pastos limpios 293
5.4.3.1.7 Mosaico de Pastos y Cultivos 293

5.4.3.1.8 Zonas Pantanosas 293
5.4.3.1.9 Ríos 294
5.4.3.1.10 Canales 294
5.4.3.2 Ecosistemas acuáticos 294
5.4.3.2.1 Río Bogotá 295
5.4.3.2.2 Humedal Gualí – Tres Esquinas 296
5.4.3.2.3 Humedal La Florida 296
5.4.3.2.4 Humedal Jaboque 296
5.4.3.2.5 Humedal Capellanía 297
6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 299
6.1. RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN. 300
7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 303
7.1 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS 303
7.2 VERTIMIENTOS 304
7.3 OCUPACIONES DE CAUCES 305
7.4 APROVECHAMIENTO FORESTAL 306
7.5 EMISIONES ATMOSFÉRICAS 308
7.5.1 MODELOS DE DISPERSIÓN 308
7.6 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 308
8 EVALUACIÓN AMBIENTAL 310
8.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS 310
8.2 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO 312
8.2.1 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EN LAS ÁREAS A CARGO DE LA AEROCIVIL Y TENEDORES DE ESPACIO 313
8.2.2 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE OBRAS CIVILES 315
8.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO 316
8.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO 331
8.4.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE OBRAS CIVILES 356
9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 364
9.1 RESULTADOS 365

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 369

10.1.1.1 ASPECTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES 369

10.1.1.1.1 Jerarquización e identificación de impactos ambientales significativos 371

10.1.1.1.2 Análisis de internalización de los impactos significativos 371

10.1.1.1.3 Cuantificación biofísica de los impactos significativos no internalizables 372

10.1.1.1.4 Elección y aplicación del método de valoración económica 373

10.1.1.1.5 Obtención de los principales de los principales criterios de decisión Relación Beneficio Costo y Valor Presente Neto 374

10.1.1.1.6 Análisis de sensibilidades e incertidumbres 375

11 PLANES Y PROGRAMAS 377

11.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 377

11.1.1. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 381

11.2. OTROS PLANES Y PROGRAMAS 389

11.2.1. PLAN DE INVERSIÓN DEL 1% 389

11.2.2. PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD 389

BIBLIOGRAFÍA 390

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1. Fotografía aérea construcción de Aeropuerto El Dorado 1955..... 24

Ilustración 2-2. Crecimiento urbano 1960 - Santa Fe de Bogotá. 25

Ilustración 2-3. Dinámica de pasajeros del Aeropuerto Internacional El Dorado. 2015 -2018. 26

Ilustración 2-4. Dinámica de carga del Aeropuerto Internacional El Dorado. 2015 -2018. 26

Ilustración 2-5. Dinámica de contorno LDN de 65 dBA – AID Aeropuerto Internacional El Dorado. 2014 -2018. 27

Ilustración 2-6. Niveles ACA 29

Ilustración 2-7. Sistema Aeropuerto Hub Vs. Sistema Aeropuertos punto a punto. 31

Ilustración 2-8. Beneficios netos y margen operativo de la industria global de aerolíneas. 32

Ilustración 2-9. Foto satelital Aeropuerto Internacional El Dorado, 2018. 33

Ilustración 2-10. Destinos de conexión nacional. 34

Ilustración 2-11. Destinos de conexión internacional. 35

Ilustración 33. Linea de tiempo de documentos de conservación arquitectónica y urbanística. 40

Ilustración 34. Linea de tiempo de documentos para el ordenamiento territorial de Bogotá D.C. que establecen caractersiticas frente al aeropeurto. 43

Ilustración 35. Modalidad de la Unidades de Planeamiento Zonal UPZ de Bogotá D.C. .. 46

Ilustración 36. Linea de tiempo de documentos para el ordenamiento territorial de Bogotá D.C. que establecen caractersiticas del aeropeurto. 47

Ilustración 37. Línea de tiempo de documentos de referencia para el Aeropuerto Internacional El Dorado. 51

Ilustración 3-1. Foto satelital Aeropuerto Internacional El Dorado, 2018. 70

Ilustración 3-2 Configuración de pistas 13 L/R – Oriente. 73

Ilustración 3-3 Configuración de pistas 31 L/R – Occidente. 74

Ilustración 3-4 Configuración Enfrentada 13 L/R, Aterrizaje – 31 L/R, Despegue..... 74

Ilustración 3-5. Predominancia global de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado. 76

Ilustración 3-6. Predominancia 22:00 HL a 05:00 HL de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado. 77

Ilustración 3-7. Predominancia 05:00 HL a 06:00 HL de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado. 77

Ilustración 3-503-9 Daños en pista ocasionados por aeronaves. 88

Ilustración 4-1. Definición de Área de Influencia del proyecto. 114

Ilustración 4-2 Área de Influencia del Proyecto de modificación de licenciamiento ambiental. 115

Ilustración 5-1. Zona de influencia del área de estudio sobre el Aeropuerto Internacional El Dorado. 117

Ilustración 5-2. Mapa Geológico Regional de la Sabana de Bogotá. Nomenclatura basada en las unidades cronoestratigraficas (Montoya & Reyes, 2005). Z Polígono morado indica el área de influencia del aeropuerto el dorado. 118

Ilustración 5-3. Columna estratigráfica generalizada y esquemática del área de estudio desde un contexto regional. 122

Ilustración 5-4. Estructuras geológicas regionales. La zona de estudio se encuentra dentro de la zona de influencia de dos dominios estructurales caracterizado por fallamiento inverso tanto al este como al oeste. 122

Ilustración 5-5. Mapa del componente temático de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) para el Área de Influencia del Aeropuerto El Dorado. 125

Ilustración 5-6. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado aluvial. 126

Ilustración 5-7. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado aluvial de la Formación Chía. 127

Ilustración 5-8. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado fluvio lacustre de la Formación Sabana. 128

Ilustración 5-9. Mapa de zonificación de los materiales presentes en el área de estudio. 129

Ilustración 5-10. Jerarquización geomorfológica en función de la escala y/o nivel de estudio. 131

Ilustración 5-11. Unidades geomorfológicas del paisaje según lo planteado por Villota (1997) 132

Ilustración 5-12. Unidades del relieve del área de estudio según Villota (1997). a) Detalle de la geoforma denominada vallecito. b) Detalle de la geoforma plano. c) Detalle de la geoforma vallecito. 133

Ilustración 5-13. Unidades geomorfológicas del área de estudio. 135

Ilustración 5-14. Ambientes y unidades geomorfológicas según Carvajal (2011) y SGC (2005). a) Detalle de geoformas en ambiente fluvial. b) Detalle de geoformas en ambiente denudacional. c) Detalle de geoformas en ambiente antropogénico. 137

Ilustración 5-15. Mapa de pendientes (%) sobre la zona de interés en el Aeropuerto Internacional El Dorado. 139

Ilustración 5-16. Mapa de pendientes (°) sobre la zona de interés en el Aeropuerto Internacional el Dorado. 140

Ilustración 5-17. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa sobre la zona de análisis. 141

Ilustración 5-18. Paisajes ecológicos. 144

Ilustración 5-19. Ecología del paisaje. 146
Ilustración 5-20. Unidades cartográficas de suelo. 150
Ilustración 5-21. Uso actual del suelo. 151
Ilustración 5-22. Uso potencial del suelo. 152
Ilustración 5-23. Conflicto uso del suelo. 154
Ilustración 5-24. Componente Hidrológico en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado. 154
Ilustración 5-25. Ubicación puntos de monitoreo de agua de la cuenca media del Río Bogotá, en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado. 156
Ilustración 5-26. Distribución media mensual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm) 158
Ilustración 5-27. Ubicación canales de agua del Aeropuerto Internacional El Dorado. 169
Ilustración 5-28. Unidades hidrogeológicas superficiales en Área de Influencia. 171
Ilustración 5-29. Unidades geotécnicas superficiales en el AI. 172
Ilustración 5-30. Estaciones climatológicas seleccionadas. 174
Ilustración 5-31. Comportamiento media diaria de la Temperatura (°C) 175
Ilustración 5-32. Comportamiento media mensual de la Temperatura (°C) 175
Ilustración 5-33. Comportamiento media anual de la Temperatura (°C) 176
Ilustración 5-34. Comportamiento media mensual de la Presión Atmosférica (hPa) 177
Ilustración 5-35. Comportamiento media diaria de la precipitación (mm) 178
Ilustración 5-36. Comportamiento media mensual de la precipitación (mm) 179
Ilustración 5-37. Distribución media mensual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm) 180
Ilustración 5-38. Distribución anual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm) 181
Ilustración 5-39. Comportamiento medio diaria Humedad Relativa (%) 182
Ilustración 5-40. Comportamiento media mensual de la Humedad Relativa (%) 182
Ilustración 5-41. Comportamiento media anual de la Humedad Relativa (%) 183
Ilustración 5-42. Comportamiento del viento Enero -Junio del Aeropuerto Internacional El Dorado 185
Ilustración 5-43. Comportamiento del viento Julio - Diciembre del Aeropuerto Internacional El Dorado 186
Ilustración 5-44. Comportamiento del viento diurno y nocturno del Aeropuerto Internacional El Dorado 186
Ilustración 5-45. Comportamiento de la media horaria de la radiación solar (wh/$m2$) 188
Ilustración 5-46. Comportamiento de la media horaria diaria de la radiación solar (wh/$m2$) 189

Ilustración 5-47. Comportamiento de la media horaria mensual de la radiación solar (wh/$m2$) 190

Ilustración 5-48 Comportamiento de la media horaria anual de la Radiación Solar (wh/$m2$) 190

Ilustración 5-49. Medida de la Nubosidad 191

Ilustración 5-50. Comportamiento medio mensual de Evaporación (mm)..... 193

Ilustración 5-51. Fuentes fijas y de área identificadas en Fontibón y Engativá. 194

Ilustración 5-52. Malla vial vehicular localidades de Fontibón y Engativá. 196

Ilustración 5-53. Potenciales Receptores de Interes – Calidad de Aire Aeropuerto Internacional El Dorado. 197

Ilustración 5-54. Ubicación de los puntos de medición de Calidad del Aire. 199

Ilustración 5-55. Concentraciones Diarias PM_{10} – Jul - Sep 2020 202

Ilustración 5-56. Concentración anual PM_{10} estación CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020 203

Ilustración 5-57. Perfil Horario PM_{10} – Jul - Sep 2020 204

Ilustración 5-58. Perfil Horario PM_{10} – Oct 2019 – Sep 2020..... 204

Ilustración 5-59. Diagramas de Cajas – Estaciones PM_{10} 205

Ilustración 5-60. Rosa de contaminación PM_{10} – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020..... 206

Ilustración 5-61. Rosa de contaminación PM_{10} – CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020 206

Ilustración 5-62. Rosa de contaminación PM_{10} – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020..... 207

Ilustración 5-63. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 207

Ilustración 5-64. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020 208

Ilustración 5-65. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 208

Ilustración 5-66. Concentraciones Diarias $PM_{2.5}$ – Jul - Sep 2020..... 209

Ilustración 5-67. Perfil Horario $PM_{2.5}$ – Jul - Sep 2020..... 210

Ilustración 5-68. Diagramas de Cajas – Estaciones $PM_{2.5}$..... 211

Ilustración 5-69. Rosa de contaminación $PM_{2.5}$ – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 212

Ilustración 5-70. Rosa de contaminación $PM_{2.5}$ – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 212

Ilustración 5-71. Anillo polar de contaminación $PM_{2.5}$. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020213

Ilustración 5-72. Anillo polar de contaminación $PM_{2.5}$. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020213

Ilustración 5-73. Concentraciones Diarias SO_2 – Jul – Sep 2020 214

Ilustración 5-74. Concentraciones Horarias SO_2 – Jul – Sep 2020..... 214

Ilustración 5-75. Perfil Horario SO_2 – Jul - Sep 2020..... 215

Ilustración 5-76. Diagrama de Caja –SO_2 - a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón 216

Ilustración 5-77. Rosa de contaminación SO_2. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 217
Ilustración 5-78. Rosa de contaminación SO_2. – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 217
Ilustración 5-79. Rosa de contaminación SO_2. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 218
Ilustración 5-80. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020. 218
Ilustración 5-81. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 219
Ilustración 5-82. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020. 219
Ilustración 5-83. Concentraciones Horarias NO_2 – Jul – Sep 2020 220
Ilustración 5-84. Concentración anual NO_2 estación CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020. 221
Ilustración 5-85. Perfil Horario NO_2 – Jul – Sep 2020..... 222
Ilustración 5-86. Diagrama de Caja – NO_2 – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón 223
Ilustración 5-87. Rosa de contaminación NO_2 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 224
Ilustración 5-88. Rosa de contaminación NO_2 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 224
Ilustración 5-89. Rosa de contaminación NO_2 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 225
Ilustración 5-90. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020.. 225
Ilustración 5-91. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 226
Ilustración 5-92. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020.. 227
Ilustración 5-93. Concentraciones Octahorarias O_3 – Jul – Sep 2020 227
Ilustración 5-94. Perfil Horario O_3 – Jul – Sep 2020 228
Ilustración 5-95. Diagrama de Caja – O_3 – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón 229
Ilustración 5-96. Rosa de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 229
Ilustración 5-97. Rosa de contaminación O_3 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020..... 230
Ilustración 5-98. Rosa de contaminación O_3 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 230
Ilustración 5-99. Anillo polar de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 231
Ilustración 5-100. Anillo polar de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 .. 231
Ilustración 5-101. Anillo polar de contaminación O_3 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 .. 232
Ilustración 5-102. Concentraciones Horarias CO – Jul – Sep 2020..... 233
Ilustración 5-103. Concentraciones Octahorarias CO – Jul – Sep 2020..... 233
Ilustración 5-104. Perfil Horario CO – Jul – Sep 2020 234
Ilustración 5-105. Diagrama de Caja – CO – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón 235
Ilustración 5-106. Rosa de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 235
Ilustración 5-107. Rosa de contaminación CO – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 236

Ilustración 5-108. Rosa de contaminación CO – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020 236
Ilustración 5-109. Anillo polar de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 . 237
Ilustración 5-110. Anillo polar de contaminación CO – CA2 CNA – Jul – Sep 2020 237
Ilustración 5-111. Anillo polar de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020 . 238
Ilustración 5-112 Georreferenciación de estaciones EMRI – SVCA. 242
Ilustración 5-115. Puntos de medición de vibración al costado de pista. 251
Ilustración 5-116. Puntos de medición de vibracion en el cono de aproximación. 252
Ilustración 5-117. Instalación de equipo de medición de ruido-vibraciones EIA..... 253
Ilustración 5-118. Posicionamiento principal del equipo Orion. 255
Ilustración 5-119. Posicionamiento secundario del equipo Orion. 255
Ilustración 5-120. Intervalos de tiempo 256
Ilustración 5-121. Curvas de valores guías de velocidad máxima de vibración en la cimentación para eventos de corta duración. 259
Ilustración 5-122. Estela turbulenta creada por el jumbo jet 747. 260
Ilustración 5-123. Vórtices de punta de ala. 261
Ilustración 5-124. Campo de flujo de vórtice. 261
Ilustración 5-125. Estele producida por los gases de escape de un motor a reacción. Fuente:https://www.reddit.com/r/aviation/comments/15vtb8/breathtaking_photo_of_a_b1b_lancer_in_its_jetwash/..... 262
Ilustración 5-126. Estela de escape del motor de empuje máximo de despegue. 262
Ilustración 5-127. Contorno de velocidad de los gases de escape en sentido de la corriente del viento. 263
Ilustración 5-128. Concentración de NOx después de 42 segundo con dos motores. 263
Ilustración 5-129. Medición de vibraciones en el punto EMRI 33. 265
Ilustración 5-130. Eventos vibratorios superiores al límite de PPV. 266
Ilustración 5-131. Vibración del evento EMRI_33 11:24 Horas 267
Ilustración 5-132. Provincias biogeográficas de Colombia. 272
Ilustración 5-133. Capacidad uso de tierra. 273
Ilustración 5-134. Cobertura uso actual de tierra. 273
Ilustración 5-135. Localización de áreas objeto de inventario AID. 274
Ilustración 5-136. Ubicación puntos de monitoreo de agua de la cuenca media del Río Bogotá, en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado. 276
Ilustración 5-137. Ecosistemas Estratégicos. 279
Ilustración 5-138. Servicios ecosistémicos y el bienestar humano 286
Ilustración 5-139. Mapa de las cobertura de la tierra en la zona de estudio 292

Ilustración 5-140. Mapa de Hidrologia de la Zona de estudio 295

Ilustración 6-1. Zonificación Ambiental para el área de influencia del proyecto. 302

Ilustración 7-1. Conexión del Aeropuerto Internacional El Dorado con la Red Matriz de la EAAB. 304

Ilustración 7-2. Tramo del Río Bogotá a cargo de la Aeronáutica Civil 305

Ilustración 7-3. Localización jarrillones norte y sur en Aeropuerto Internacional El Dorado. 307

Ilustración 8-1 Área de influencia sin proyecto mediante curva del indicador acústico LDN de 65 dBA. 317

Ilustración 8-2. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos - escenario sin proyecto. 323

Ilustración 8-3 Área de influencia con proyecto vs sin proyecto - curva del indicador acústico LDN de 65 dBA 333

Ilustración 8-4. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos - escenario con proyecto. 344

Ilustración 8-5. Resultados comparativos de los escenarios con y sin proyecto de la valoración cuantitativa de los impactos. 345

Ilustración 8-6. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos – Obras civiles. . 358

Ilustración 9-1.Zonficiación de manejo ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado. 367

Ilustración 10-1 Taxonomía de valor de los bienes y servicios ambientales 370

Ilustración 10-2 Estructura general del proceso de EEA 370

Ilustración 10-3 Clasificación de las metodologías de valoración 374

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1. Emisión CO2 28

Tabla 2-2. Generalidades del Aeropuerto Internacional El Dorado 33

Tabla 3-14. Valores aplicables para el Sistema de Cuota de Ruido (QC). 78

Tabla 3-15 Propuesta Horario de operación recinto de prueba de motores 107

Tabla 5-1: Porcentaje de área cubierta de Unidades Geológicas Superficiales en el área de estudio. 124

Tabla 5-2: Parámetros geomecánicos de los materiales inconsolidados del área de estudio. 128

Tabla 5-3: Unidades geomorfológicas del paisaje según IGAC 132

Tabla 5-4: Ambientes y unidades geomorfológicas según el Servicio Geológico Colombiano 134

Tabla 5-5: Clasificación de las pendientes en porcentaje para el área de estudio. 138

Tabla 5-6: Clasificación de las pendientes en grados (°) para el área de estudio. 139

Tabla 5-7: Unidades de paisaje geomorfológico. 141

Tabla 5-8: Unidades de paisaje ecológico. 143

Tabla 5-9: Unidades de paisaje ecológico. 148

Tabla 5-10: Uso actual del suelo. 151

Tabla 5-11: Uso potencial del suelo. 152

Tabla 5-12: Conflictos de uso del suelo. 153

Tabla 5-13. Puntos revisados en canales cercanos a la Pista Norte 166

Tabla 5-14. Puntos revisados en canales cercanos a la Pista Sur 167

Tabla 5-15. Longitud de canales de aguas lluvias 168

Tabla 5-16. Análisis microbiológico 170

Tabla 5-17. Análisis fisicoquímico 170

Tabla 5-18. Porcentaje de unidades hidrogeológicas en el AI del Aeropuerto Internacional El Dorado 171

Tabla 5-19. Porcentaje de unidades geotécnicas superficiales en el Área de Influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado 173

Tabla 5-20. Estaciones climatológicas seleccionadas 173

Tabla 5-21. Media anual de Temperatura 2015 - 2019 177

Tabla 5-22. Direcciones y velocidades del viento horario Diurno 187

Tabla 5-23. Direcciones y velocidades del viento horario Diurno 187

Tabla 5-24. Distribución mensual de la Nubosidad en el Aeropuerto Internacional El Dorado 192

Tabla 5-25 Tipo fuentes de emisión. 193

Tabla 5-26. Distribución de la malla vial vehicular en carcania al Aeropuerto Internacional El Dorado. 196

Tabla 5-27. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire. 199

Tabla 5-28. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire. 200

Tabla 5-29. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire. 201

Tabla 5-30. Límites de Concentraciones Establecidos en la Norma Colombiana 201

Tabla 5-31. Fecha de monitoreos de calidad de aire 202

Tabla 5-32. Consolidado de Resultados PM_{10} 203

Tabla 5-33. Tabla de Frecuencia Estaciones PM_{10} 205

Tabla 5-34. Consolidado de Resultados $PM_{2.5}$ 210

Tabla 5-35. Tabla de Frecuencia Estaciones $PM_{2.5}$ 210

Tabla 5-36. Tabla de Frecuencia Estaciones SO_2 215

Tabla 5-37. Consolidado de Resultados NO_2 221

Tabla 5-38. Tabla de Frecuencia Estaciones NO_2 222

Tabla 5-39. Tabla de Frecuencia Estaciones O_3 228

Tabla 5-40. Tabla de Frecuencia Estaciones CO 234

Tabla 5.1.10.4.78-41. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Aeropuerto Internacional El Dorado) 247

Tabla 5.1.10.4.78-42. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Localidad de Fontibón) 248

Tabla 5.1.10.4.78-43. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Localidad de Engativá) 249

Tabla 5.1.10.4.78-44. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Municipio de Funza-Cundinamarca) 249

Tabla 45. Fuente de alimentación ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 46. Valores guía de velocidad de vibración para eventos de corta duración. 258

Tabla 47. Tabla de datos de eventos no aeronáuticos – EMRI 33 266

Tabla 48 Áreas y porcentajes de las unidades territoriales en el Área de Influencia del Proyecto de modificación de licenciamiento ambiental 283

Tabla 49. Unidades Territoriales Mayores Del Aeropuerto Internacional El Dorado 283

Tabla 50 Relación de barrios según IDECA - UAECD – Localidad de Fontibón ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 51 Número de barrios con JAC en el AI Loc. Fontibón .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 52 Relación de barrios según IDECA - UAECD – Localidad de Engativá ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 53 Número de barrios con JAC en el AI Loc. Engativá ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 54 Veredas con jac del AI municipio de Funza ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 5-55. Relación entre las unidades de análisis y los servicios ecosistémicos 290

Tabla 5-56. Consolidado de servicios ecosistémicos identificados 297

Tabla 6-1. Categorías de calificación de susceptibilidad ambiental. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 6-2. Variables de análisis por componente. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 6-3. Zonificación ambiental del área de influencia del proyecto **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 8-1 Atributos para la evaluación de impactos Metodología Cualitativa 311

Tabla 8-2 Escala de interpretación de la metodología cualitativa 312

Tabla 8-3 Actividades de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de la Aerocivil 314

Tabla 8-4 Actividades de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio 314

Tabla 8-5 Actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles. 315

Tabla 8-6 Matriz de identificación de impactos para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (escenario sin proyecto) 318

Tabla 8-7 Evaluación de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario sin proyecto 321

Tabla 8-8 Descripción de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario sin proyecto. 323

Tabla 8-9. Áreas de influencia asociadas a la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en el marco de licenciamiento ambiental 332

Tabla 8-10 Matriz de identificación de impactos para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (escenario con proyecto)..... 339

Tabla 8-11 Evaluación de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario con proyecto 342

Tabla 8-12 Descripción de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario con proyecto. 345

Tabla 8-13. Evaluación de impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles..... 356

Tabla 8-14 Descripción de impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles..... 358

Tabla 9-1. Definición de Áreas de manejo..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 9-2. Resultados en áreas representativas de la zonificación de manejo ambiental del proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11-1. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto..... 377

Tabla 11-2. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto – medio biótico 378

Tabla 11-3. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto – actividades de implementación de obras menores. 379

Tabla 11-4. Relación fichas PSM, PMA e impactos ambientales identificados en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio para el Aeropuerto Internacional El Dorado. 381

Tabla 11-5. Relación fichas PSM, PMA e impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles. 385

Tabla 11-6. Responsabilidades y roles..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11-7.Matriz para la evaluación de riesgos ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11-8.Valoración cualitativa y cuantitativa de riesgos .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11-9. Responsabilidades de las entidades involucradas en la emergencia ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11-10. Datos de contacto entidades de apoyo externo **¡Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental fue desarrollado para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Semiento” - SKBO de la ciudad de Bogotá D.C., y cumple con las características de los términos de referencia diseñados para la elaboración de EIA en proyectos de operación de aeropuertos internacionales establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, en su Resolución 0114 de 2015. A su vez, la metodología empleada en este estudio, compete a las características indicadas en la Resolución 1408 - Metodología para la elaboración de EIA por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” de la ciudad de Bogotá D.C., cuenta con licencia ambiental otorgada desde el año 1995 por la Resolución 1330 del entonces Ministerio de Medio Ambiente, modificada posteriormente por la Resolución 1034 y 1567 del 2015 en el uso de sus funciones y facultades como Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA. Estas últimas resoluciones confieren a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, como prestadora de servicios a la navegación aérea y a cargo de la licencia ambiental; la operación 24 horas de las pistas norte y sur del Aeropuerto, generando restricciones operativas y de configuración de las mismas, dadas para franjas horarias diferenciales. Por lo anterior, el objeto principal de este estudio es el planteamiento de un nuevo esquema operacional divergente al aprobado por la Resolución 1034 y 1567 de la ANLA, así como la posibilidad de utilización del recinto prueba de motores (infraestructura existente) 24 horas. Este nuevo esquema operacional objeto a licenciamiento ambiental, responde a las necesidades de la industria aérea y del Aeropuerto Internacional El Dorado en sus proyecciones y planes estratégicos futuros basado en el desarrollo sostenible de la aviación civil generados por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en sus objetivos misionales como entidad del estado. Es mediante este objetivo pilar que se procede a la realización del presente Estudio de Impacto Ambiental – EIA para la modificación de licencia ambiental.

Este Estudio de Impacto Ambiental, tiene como contenido 11 capítulos y sub capítulos, los cuales involucran diferentes desarrollos metodológicos y análisis multidisciplinario, con estudios en los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico del Área de Influencia para el proyecto, así como los posibles impactos ambientales directos o indirectos que se generen por la operación aérea a causa del esquema operacional propuesto.

1 OBJETIVOS

De acuerdo con el alcance de la presente solicitud de modificación de Licencia Ambiental otorgada mediante la Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995, por el cual se le concedió a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil el licenciamiento ambiental para la construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto Internacional El Dorado expedida por el entonces Ministerio del Medio Ambiente; y que actualmente se rige por la Resolución 1034 y 1567 de 2015 expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA de acuerdo con las funciones establecidas en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible – Decreto 1076 de 2015. Luego entonces, a continuación, se presentan los objetivos generales y específicos que promulgan el alcance de la modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" y por ende el desarrollo de los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental en construcción y operación de aeropuertos internacionales.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El siguiente es el objetivo general de la modificación de licencia ambiental con el que se desarrolló el presente Estudio de Impacto Ambiental - EIA:

- Modificar restricciones y en consecuencia la configuración operacional del Aeropuerto Internacional El Dorado, que se encuentran aprobadas en la Resolución 1034 del 2015[1] de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) modificada mediante la Resolución 1567 del 2015[2] de dicha autoridad.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar y presentar el Estudio de Impacto Ambiental – EIA, de conformidad con los Términos de Referencia para la "*ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES Y NUEVAS PISTAS EN LOS MISMOS"* establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (Resolución 0114 de 2015) en las siguientes características para el proyecto:

    - Cambio de la configuración operacional aérea de las pistas y evaluación ambiental sobre estos cambios:

Primera Pista (13L -31R – Pista Norte):

[1] "*Por la cual se modifica la licencia ambiental otorgada mediante la resolución 1330 del 07 de noviembre de 1995, y se toman otras determinaciones*"
[2] "*Por la cual se resuelven los recursos de reposición interpuestos contra la Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015 y se toman otras determinaciones*".

- 00:00 a 04:59 (Hora Local), configuración enfrentada, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 05:00 a 06:00 (Hora Local), configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.
- 06:00 a 21:59 (Hora Local), configuración oriente, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 22:00 a 23:59 (Hora Local), configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.

Segunda Pista (13R – 31L – Pista Sur):

- 00:00 a 04:59 (Hora Local), configuración enfrentada, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 05:00 a 06:00 (Hora Local), configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.
- 06:00 a 21:59 (Hora Local), configuración oriente, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 22:00 a 23:59 (Hora Local), configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.

- Cambio del horario permisible a 24 horas y evaluación ambiental sobre la operación del recinto acústico de prueba de motores.

- Elaborar y presentar el Plan de Manejo Ambiental – PMA y demás instrumentos ambientales requeridos, con la finalidad de remplazar y sustituir los programas de manejo ambiental existentes al licenciamiento ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado en las siguientes características:

  - Cumplimiento con el objeto de manera integral al proyecto sobre la prevención, mitigación, corrección y/o compensación, de los impactos identificados y relacionados con la modificación de las restricciones y operación del aeropuerto en el presente EIA, mediante la formulación de los respectivos Planes y Programas Ambientales.

2 GENERALIDADES

De acuerdo al artículo 2.2.2.3.3.2 del decreto 1076 del 2015, este documento se presenta a partir de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y nuevas pistas de hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 0114 del 2015), e incorpora los requisitos mínimos exigidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, a través de la resolución 1408 del 2018.

En este documento se proyecta el nuevo esquema operativo en las pistas que componen la terminal aérea, cuantificando y valorando los medios abiótico, biótico y socioeconómico del proyecto para cada zona de influencia. La elaboración de este estudio tiene como objeto la solicitud de Modificación de Licencia Ambiental por la cual el aeropuerto ha operado desde el año 2015, en la configuración operativa de sus pistas, las restricciones y los horarios permitidos de uso del recinto prueba de motores.

A lo largo del documento se evidencia la identificación y evaluación de impactos adicionales para el logro de los objetivos propuestos sobre los diferentes medios de análisis requeridos. Lo anterior con el fin de promover y formular medidas de manejo, seguimiento y monitoreo con lineamientos asociados a estándares internacionales que favorezcan la mitigación de operación de la terminal aérea.

Asimismo, el presente documento se compone de 11 secciones o capítulos que contienen aspectos generales del proyecto, como infraestructura, localización, importancia de operación y sector aéreo, entre otros; dando cumplimiento a cada uno de los lineamientos definidos como términos de referencia para un Estudio de Impacto Ambiental que como se señaló, se expidieron para la operación y/o construcción de aeropuertos internacionales en el año 2015.

2.1 ANTECEDENTES.

Ilustración 2-1. Fotografía aérea construcción de Aeropuerto El Dorado 1955.
Fuente: (DREAMSPOTTER PHOTO & VIDEO, s.f.)

La construcción del Aeropuerto Internacional El Dorado se dio para el año 1955, donde suponía como propósito esquemático concentrar y ejecutar la mayor cantidad de operaciones áreas posibles tanto civiles como las no comerciales; en principio por la movilización de ese entonces de la industria aérea y que se proyectaba en la época como industria de posible auge, dada la importancia recibida después de la segunda guerra mundial. Con la construcción se lograba remplazar entonces las operaciones que se ejecutaban en el Aeropuerto de Techo con una terminar aérea moderna y eficiente.

La ciudad de Santa Fe de Bogotá y la sabana no contaba con una infraestructura relaciona de esta importancia que permitiera albergar las operaciones aéreas como proyecto de desarrollo en la región, para tal fin, la nueva terminal aérea mantenía el principio de construcción tradicional y de concepto internacional, según el cual, los aeropuertos debían mantenerse al margen del tejido urbano de las ciudades. A mayor distancia, menor el impacto, y por tanto se reduce la posibilidad de vislumbrar contradicciones entre las actividades aeronáuticas y los planes de ordenamiento territorial. Esto se ajustaba a los conceptos de ubicación de aeropuertos internacionales que para ese entonces ya Colombia era signataria mediante Ley 12 del 23 de octubre de 1947 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, suscrito y celebrado en la ciudad de Chicago, E.E.U.U. el 7 de diciembre de 1944, comúnmente conocido como “Convenio de Chicago”.

Precisamente en la década de 1960 con la entrada en operación del Aeropuerto Internacional El Dorado conllevó al desarrollo de infraestructura de vías y de servicios públicos básicos para la comunicación entre el aeropuerto y el centro de la ciudad, generando evidentemente un interés para los sectores y áreas aledañas a este. Como consecuencia de esta infraestructura se presentó crecimiento urbano incipiente en el entorno del aeropuerto. De hecho, en algunas zonas aledañas se empezaban a conformar pequeños núcleos de actividades principalmente residenciales, que no seguían la línea de una ciudad planificada. Simplemente se entenderían como decisiones de localización particulares y dispersas sobre el territorio.

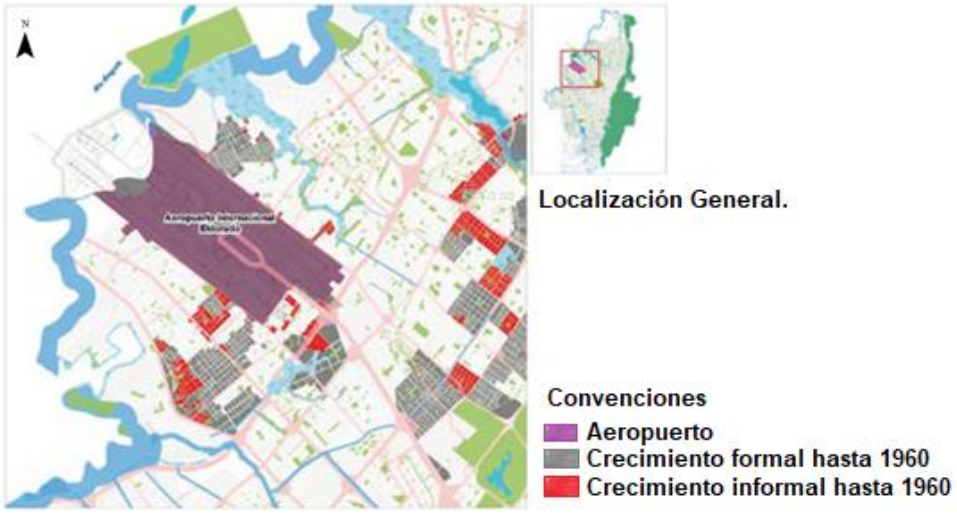


Ilustración 2-2. Crecimiento urbano 1960 - Santa Fe de Bogotá.
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

Actualmente el Aeropuerto Internacional El Dorado, realiza su operación y consecuente configuración operacional de las pistas bajo las Resoluciones No. 1330 de 1995, modificada recientemente por la 1034 del 2015 y modificada mediante la Resolución 1567 del 2015 de la ANLA y demás normas aplicables. Dicha terminal aérea, actualmente ocupa el primer escalafón de transporte de carga por medio aéreo en comparación a los aeropuertos de Latinoamérica y ocupa el tercer puesto en mayor movilización de pasajeros seguido del Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la ciudad de México y el Aeropuerto Internacional Sao Paulo respectivamente. El Aeropuerto Internacional El Dorado movilizó para el año 2018 más de 36 millones de pasajeros que según las proyecciones para el año 2030 se movilizarán en esta terminal alrededor de 55 millones de pasajeros al año.

2.1.1 JUSTIFICACIÓN

El proyecto de modificación de la Licencia Ambiental otorgada para el Aeropuerto Internacional El Dorado se propone como un mecanismo que busca mayor flexibilización de las horas de restricción y configuración operacional de las pistas, así como el horario de uso del recinto de prueba de motores en términos y acciones de desarrollo ambientalmente sostenible en la aviación civil. Ya que actualmente se evidencia y prevé una inminente congestión del tránsito aéreo debido a las dinámicas de crecimiento y desarrollo que ha traído consigo la operación del Aeropuerto en los últimos años, así como las diferentes consecuencias de orden macro económico que han surgido por la declaración de emergencia nacional e internacional por pandemia Covid19 [3] para el primer semestre del año 2020 en Colombia y, que con este mecanismo se prevé generar la reactivación del sector aeronáutico en términos de acciones de desarrollo sostenible.

Conforme a las estadísticas operacionales de movilización de pasajeros y de carga, el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. ha presentado una tasa de crecimiento porcentual de movilización en pasajeros entre el 2015 y el 2019 del 14% y del 6% con respecto a la cantidad de toneladas movilizadas en el mismo tiempo de evaluación.

[3] Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto en el periodo entre 2019-2020, trayendo consigo declaración de pandemia mundial por el brote y propagación de este.

Ilustración 2-3. Dinámica de pasajeros del Aeropuerto Internacional El Dorado. 2015 - 2018.
Fuente: (Aerocivil, Boletines oepracionales., 2019)

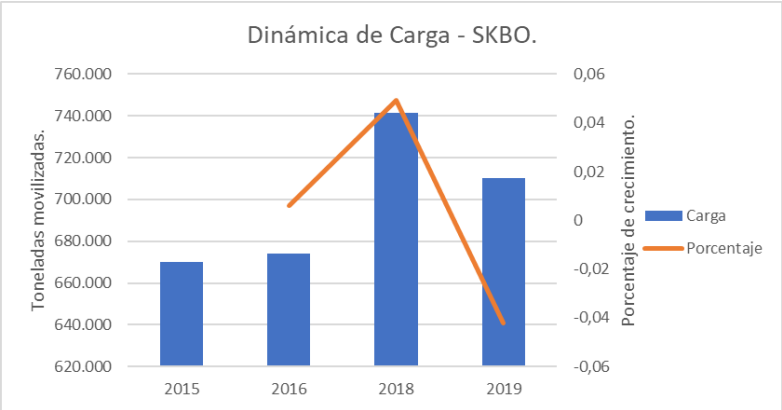


Ilustración 2-4. Dinámica de carga del Aeropuerto Internacional El Dorado. 2015 -2018.
Fuente: (Aerocivil, Boletines oepracionales., 2019)

El proyecto se basa en la determinación de consolidar el Aeropuerto Internacional El Dorado como un Aeropuerto con la mejor competitividad para la región, que de igual forma no se desconoce y, por el contrario, ha enfrentado los retos ambientales que presenta cualquier operación aeroportuaria catalogándolo como un referente en sostenibilidad a nivel región. La función de retos sostenibles y el compromiso social ha llevado a la implementación y operación de uno de los sistemas de monitoreo de ruido con tecnología competitiva a nivel mundial: Sistema de Vigilancia y Control Ambiental (SVCA); el cual ha permitido realizar desde el 2015 un constante monitoreo efectivo sobre la operación aérea con 26 estaciones fijas de ruido inteligente, evaluando y confinando las niveles de ruido aeronáutico que se han generado en cada operación por la derrota de las trayectorias desde el año de implementación.

La gestión social que hace parte integral del SVCA junto con el seguimiento continuo de los registros de niveles de ruido, han permitido evaluar y cuantificar los resultados de medidas de mitigación en la gestión del ruido que adelanta el Aeropuerto, vinculando medidas de divulgación para las comunidades sobre del decrecimiento del área del contorno LDN de 65 dBA[4] con una reducción del 39.6% para el año 2019 en comparación con el año 2014. Asimismo, la toma de decisiones frente al monitoreo de ruido ha permitido acciones tales como la actualización del Manual de Abatimiento de Ruido y la integración de un Protocolo de Evaluación y Seguimiento a los Niveles de Ruido vinculado al régimen sancionatorio - RAC13[5] de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

[4] Área en Km^2 declarada de influencia por los niveles de ruido en una exposición continua LDN de 65 dBA, alrededor del Aeropuerto (ver 2.1.4.4).
[5] Reglamento Aeronáutico Colombiano. N°13: Régimen Sancionatorio.

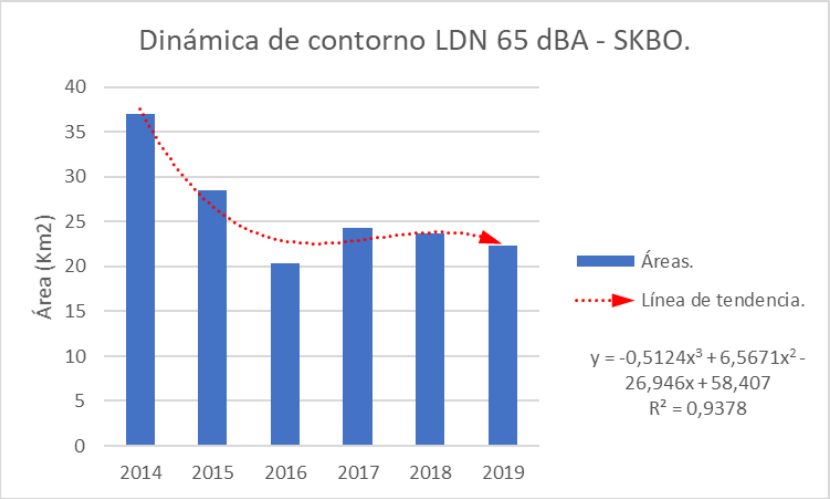


Ilustración 2-5. Dinámica de contorno LDN de 65 dBA – AID Aeropuerto Internacional El Dorado. 2014 -2018.
Fuente: SVCA.

Por otro lado, sobre las emisiones de CO2 que produce la industria del transporte aéreo y del cual son objeto de seguimiento; se ha implementado en los últimos años el esquema de compensación y reducción de carbono – CORSIA, ya que es una medida mundial que se acoge a los lineamientos de la OACI[6] para la aviación civil general que rige en Colombia incluyendo aquellas aerolíneas que operan en el Aeropuerto Internacional El Dorado. Este esquema es diseñado en el mercado para compensar las emisiones de CO2 procedentes de la aviación internacional a fin de estabilizar los niveles de emisiones, la compensación se logrará mediante la compra y cancelación de unidades de emisión del mercado mundial de carbono por los operadores aéreos (ICAO, 2019).

Por lo anterior desde el año 2017 se han realizado actividades como la reestructuración del espacio aéreo (implementación de PBN), estas han permitido la disminución del gasto de combustible reflejando una disminución de CO_2 global de 14% y en reducción de los contornos de ruido. Como se evidencia en la siguiente tabla:

[6] Organización de Aviación Civil Internacional.

Tabla 2-1. Emisión CO2

REDUCCION DE COMBUSTIBLE ANALISIS IFSET (ICAO SAVINGS ESTIMATION TOOL)							
2015							
			IFSET (ICAO Fuel Savings Estimation Tool)				
	Operaciones nivel nacional	Operaciones aeropuertos internacionales	Consumo Combustible Línea Base – (Toneladas)	Consumo Combustible con mejoras operacionales (Toneladas)	Reducción de Combustible (Toneladas)	Dióxido de Carbono CO2 reducidos (Toneladas	Porcentaje reducido
Llegadas	521.171	295.547	32.138	26.039	6.099	19.254	18%
Salidas	527.404	298.049	23.051	21.246	1.806	5.701	7%
Total	1.048.575	593.596	55.189	47.285	7.905	**24.955**	14%
2016							
Llegadas	521.719	303.405	32.782	26.562	6.220	19.636	19%
Salidas	526.856	305.255	23.512	21.671	1.842	5.815	8%
Total	1.048.575	608.660	56.294	48.233	8.062	**25.451**	14%
Consolidado 2016+2016	2.097.150	1.202.256	111.483	95.518	15.967	**50.406**	**14%**

Fuente: Aeronáutica Civil.

Para los anteriores datos se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Para determinar la reducción aproximada no se utiliza la ecuación planteada en el Plan Estratégico Institucional objetivo No. 7 (Reducción de emisiones de CO2) al considerarse que no existe un sistema de información que suministre la información de las variables que hacen parte de la ecuación; solo se utiliza el aplicativo IFSET y se determinan las variables de cada escenario que son requeridas por este sistema.

2. Para determinar la capacidad de la aeronave volar un procedimiento PBN, se consultó la página de internet CARSAMMA (registro de aeronaves PBN clasificado por la autoridad certificadora).

Adicionalmente, el Aeropuerto Internacional El Dorado ha estado realizando diferentes actividades para la obtención de la acreditación de carbono, la cual tiene como objetivo alentar y permitir que los aeropuertos implementen mejores prácticas en la gestión del carbono, con el objetivo final de convertirse en carbono neutral. Esta acreditación brinda la oportunidad de obtener reconocimiento público sobre los logros y promueve mejoras de eficiencia, fomenta la transferencia de conocimiento, eleva el perfil de un aeropuerto y credibilidad, fomenta la estandarización y aumenta la conciencia y la especialización. Dentro de los beneficios de contar con esta acreditación está la participación en el programa integral de reducción de Huella de Carbono. En esa línea y basado en sus análisis, el aeropuerto creó su política de reducción de gases de efecto invernadero, que hoy en día es parte integral de la gestión ambiental de la terminal aérea.

El programa es supervisado por una Junta Asesora, que consiste en representantes de instituciones autorizadas como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Estados Unidos Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Medio Ambiente de las Naciones Unidas Programa (PNUMA), la Comisión Europea, EUROCONTROL, la Aviación Federal de EE. UU. Administración (FAA) y la

Universidad Metropolitana de Manchester. Además, un grupo de trabajo se reúne dos veces al año y revisa periódicamente la información para garantizar que los estándares técnicos de los programas se actualizan de acuerdo con las necesidades y desarrollos relevantes.

La acreditación de carbono del aeropuerto se centra en el CO2 emisiones, ya que comprenden la gran mayoría de las emisiones de los aeropuertos. Los aeropuertos pueden incluir emisiones de otros gases de efecto invernadero (GEI) de forma voluntaria, como ejemplo de mejores prácticas. Al mismo tiempo, el programa brinda la oportunidad a los aeropuertos para centrarse en la reducción de emisiones y, en última instancia, convertirse en carbono neutral La figura 1 resume el Requisitos principales de los programas en cada nivel de acreditación.

Ilustración 2-6. Niveles ACA
Fuente: OACI.

El Aeropuerto El Dorado a la fecha cuenta con la certificación nivel 1 y pretende alcanzar en un mediano a largo plazo la acreditación nivel 2 y 3, permitiendo alcanzar la meta de control de emisiones de **CO_2** de acuerdo con las políticas de sostenibilidad desarrolladas por la OACI.

Por lo cual se demuestra un compromiso sostenible que se ha asumido sobre las operaciones que se efectúan en el Aeropuerto y que han permitido unos resultados eficientes sobre la mitigación y control en los retos ambientales que presenta toda operación aeroportuaria; con una proyección de flexibilizar las horas de restricción operacional de las pistas que se contemplan actualmente en el Artículo Primero de la Resolución 1567 del 2015 (ANLA), con medidas de control y mitigación para garantizar la continuidad de una operación sostenible del Aeropuerto Internacional El Dorado, basados en los buenos resultados ambientales de los últimos años.

2.1.1.1 Panorama mundial sobre el tránsito aéreo

Las nuevas tendencias de planes aeroportuarios han abandonado aquel principio fundamental el cual concebía las terminales aéreas al margen del tejido urbano de las ciudades. Actualmente, los planes directores de aeropuertos no son concertados bajo la idea de mantener la distancia con las demás entidades territoriales, sino sobre el principio de articular —engranar— el equipamiento físico y su entorno. “Las ciudades ya no son

entidades independientes. Por el contrario, estas forman parte de las áreas metropolitanas que, con el tiempo, llegan a abarcar varias ciudades y se enfrentan a la existencia de nuevos centros" (Güller, 2002). (Secretaria Distrital de Planeación, 2018).

2.1.1.2 Concepto de "Aeropuerto Hub"

Este término se conoce dentro del sector de la industria aérea como la asociación de un punto estratégico con ubicación de un aeropuerto el cual pueda considerarse con facilidades de interconexión para lugares cercanos a este, o un posible puente de conexión entre varias rutas. La concepción de este término se da en términos de referenciar la posibilidad de reabastecimiento de combustible que las aeronaves necesitaban para sus recorridos, ya que en general es normal presentarse varios recorridos antes de un destino. Con esto, "Aeropuerto hub" es el que permite evidenciar condiciones georreferénciales ideales para las múltiples conexiones aéreas que se puedan realizar y de igual forma contiene la infraestructura necesaria para garantizar un gran número de operaciones.

[…] tanto en lo que hace referencia al tráfico de larga distancia (donde los aeropuertos hub son el origen de vuelos directos hacia destinos lejanos) como el tráfico de corta distancia (donde los aeropuertos hub son el destino de vuelos que tienen como origen ciudades cercanas que ejercen alimentadores del tráfico de larga distancia del aeropuerto hub). (Bel & Fageda).

Con la ejecución de este concepto de "Aeropuerto Hub" se maneja un centro de operaciones aéreas a nivel regional concentrando en un mismo aeropuerto mayor número de distribución de viajes.

"En un aeropuerto hub resulta fundamental reducir el tiempo de conexión entre vuelos, de modo que interesa minimizar el recorrido que los pasajeros y carga deben realizar para pasar de un avión a otro" (Sort, 2008). El éxito de este tipo de aeropuertos emana de su ubicación estratégica, lo que le permite ejecutar vuelos nacionales, internacionales e intercontinentales en menor tiempo y a un menor costo. Una posición privilegiada en el panorama aeronáutico generaría un incentivo comercial para las aerolíneas, en tanto se puede considerar como un paso obligado por ser un eje de interconexiones. (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

De igual forma por la proyección de nuevas estrategias de mercadeo que realizan con la aparición de nuevas aerolíneas conocidas como compañías de bajo coste, se generó un nuevo modelo de no solo integrar "Aeropuertos Hub" sino que por el contrario el modelo base se encuentra en una valoración de trayectos cortos de "punto a punto"[7] entre ciudades "cercanas", minimizando así, costes debido a la utilización de aeropuertos secundarios o no principales con un tipo de aeronave. Este modelo genera una infraestructura de aeropuerto menor como de necesidades diferenciales en un tipo de modelo "hub".

[7] Configuración Point – To – Point.

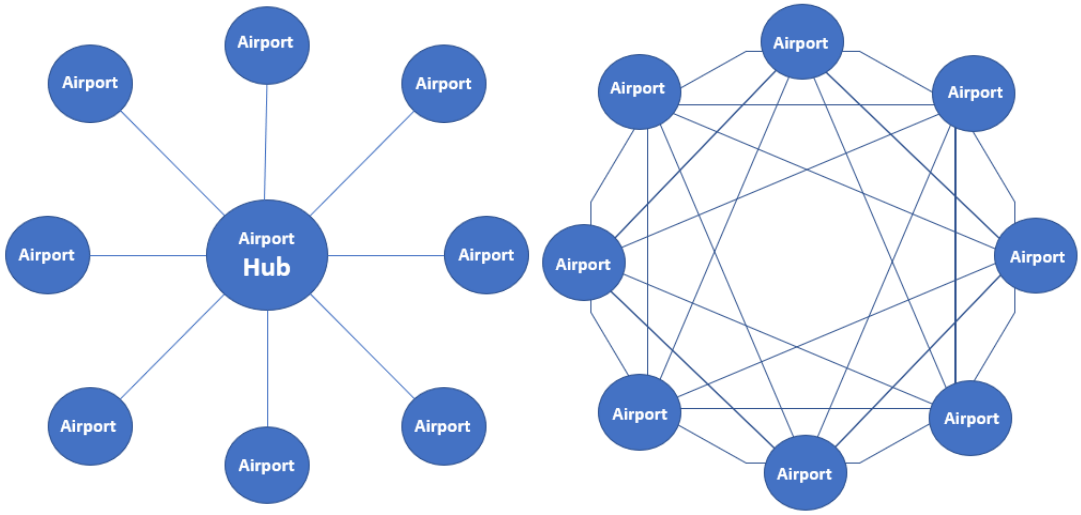


Ilustración 2-7. Sistema Aeropuerto Hub Vs. Sistema Aeropuertos punto a punto.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

Específicamente, los aeropuertos "*hub*" atraen grandes dinámicas del transporte aéreo, incluyendo importantes volúmenes de pasajeros y de aeronaves, dichos aeropuertos deben ser grandes centros prestadores de servicios aeroportuarios (transporte de pasajeros, estacionamiento de los aviones, sistema de aduanas, control aéreo, etc.) y no aeroportuarios (hoteles, centros comerciales, parqueaderos de vehículos, etc.), sin embargo, para ello se requieren importantes esfuerzos de planeación, en donde la infraestructura y la logística desempeñen papeles fundamentales.

Por su parte, la industria aeronáutica ha presentado importantes tasas de crecimiento, acompañados por cambios en su estructura de funcionamiento, por ejemplo, se puede ver el surgimiento acelerado de aerolíneas de bajo costo, la rápida creación de nuevas rutas, así como el rápido cierre de otras. Lo anterior se sustenta bajo un contexto económico dinámico que en una escena global posibilita mayores niveles de competitividad en los distintos procesos productivos. Esta característica en particular es encarnada por los aeropuertos tipo "hub" de manera explícita, no solo porque prestan servicios eficientes sino porque se encuentran articulados armónicamente con sus territorios, lo que genera nuevos engranajes y encadenamientos económicos que benefician directamente a sus entornos urbanos regionales. Es decir, son equipamientos sumamente competitivos en el lado aire como en el lado tierra. (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

Como bien se sabe los servicios de aeropuertos inherentes a la operación y seguridad aéreas de las aeronaves deben contar con servicios de logística y distribución en un entorno asociado al aeropuerto, ya que todos los aeropuertos que han sido orientados al esquema "*Hub*" han considerados múltiples variables de localización estratégica, tasas aeroportuarias, bodegaje, comunicación entre zonas periféricas y centros de ciudades, entre otros.

Con ello, el magnificar centros de operaciones aéreas para las regiones concentrados en un solo aeropuerto "*Hub*" atraen eminentemente distintas dinámicas de desarrollo urbano y

económico en sus alrededores poblacionales como para en escala: operador aeroportuario, entidad reguladora, ciudad, entorno metropolitano y regional

Según la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) en sus informes de valoración económica producida por el sector aeronáutico involucrando la mayor cantidad de aerolíneas que dicha asociación representa. Pronosticó en el año 2019, que las aerolíneas generarían una ganancia neta de 23.900 millones de dólares para el año 2020, sin embargo, las contingencias presentadas en el trascurso del año 2020 pandémicas mostraran un panorama diferencial a los propuestos.

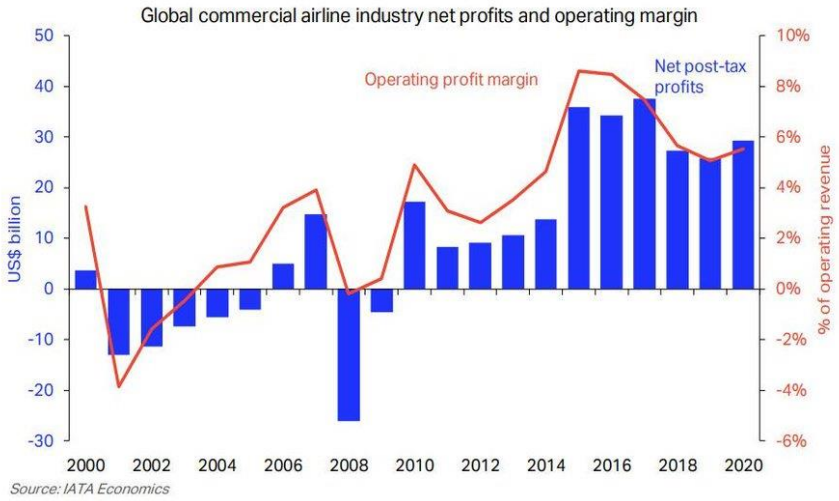


Ilustración 2-8. Beneficios netos y margen operativo de la industria global de aerolíneas.
Fuente: (IATA, 2019)

En América Latina y el Caribe la industria de la Aviación genera una estimación de alrededor de 7.2 millones de empleos, maneja anualmente 4.1 millones de toneladas de carga aérea, proporcionando conectividad a 385 ciudad de la región y una conexión a 160 ciudades de destino en continentes alternos con una contribución de US$ 167.000 millones al PIB de la región.

Sin embargo, con la recesión establecida de crisis mundial por la entrada del estado pandémico de emergencia global y decretado en el primer semestre del año 2020[8], las estimaciones crecimiento económico se detuvieron sin precedente alguno de acuerdo al factor de crecimiento anual de esta industria. Según La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) las pérdidas de ingresos globales se duplicaron a las estimaciones con un aproximado de más de US$250.000 millones. (La República., 2020)

Los ingresos son una buena medida del nivel de importancia de un aeropuerto, tanto para su ciudad como para sus destinos, sin embargo, si se quiere analizar el nivel de competitividad de un aeropuerto es necesario tener en cuenta otras variables. Las formas en las cuales la literatura ha medido la competitividad de los aeropuertos son diversas. De hecho, se plantean distintas perspectivas y cuestiones sobre lo que debería ser un óptimo funcionamiento de los aeropuertos. Particularmente se encuentran ejes o aspectos

[8] COVID-19.

principales de convergencia, a saber: ubicación geoestratégica, infraestructura, nivel de operaciones y tráfico aéreo, ganancias y percepción de pasajeros, los cuales serán analizados más adelante. (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

2.1.1.3 Aeropuerto Internacional El Dorado proyectado "*Hub*" de las Américas

Con los beneficios considerados que se pueden ejecutar por contar con un aeropuerto "*Hub*", el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. cuenta con características importantes para proyectarse a convertirse el futuro "Hub" de la Américas, ya que no se cuenta actualmente con un centro de operaciones aéreas que permitan tal fin de conectividad para centro américa y sur américa.

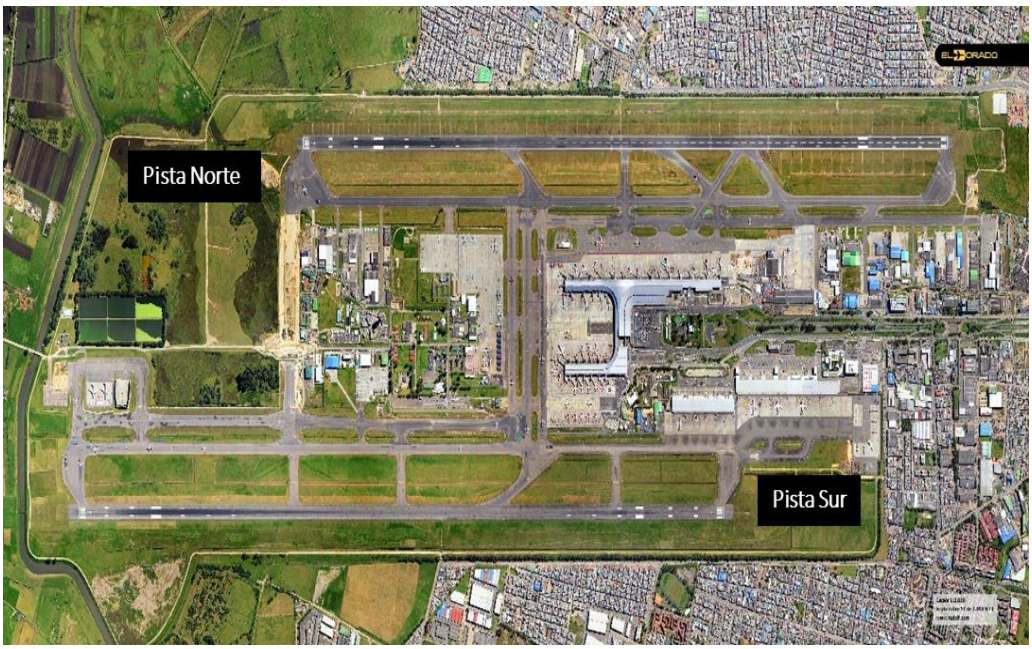


Ilustración 2-9. Foto satelital Aeropuerto Internacional El Dorado, 2018.
Fuente: www.El Dorado.aero

Tabla 2-2. Generalidades del Aeropuerto Internacional El Dorado

Código:	IATA: BOG OACI: SKBO
Tipo:	Público
Administración:	OPAIN S.A.
Sirve a:	Bogotá D.C., Colombia.
Coordenadas Geográficas:	04°42´05,77 N - 74°08´49,04 W
Distancia a la Ciudad:	12 kilómetros
Elevación:	2,547.49 m / 8,360 ft.
Temperatura de referencia:	20°C

Fuente: UAEAC ((Ed.)., 2018)

Actualmente cuenta con un área concesionada de 1,100 ha y está ubicado a 12 km del centro de la ciudad, en medio de las localidades de Fontibón y Engativá igualmente

colindante con el municipio de Funza en su sector rural. Es el Aeropuerto más importante de Colombia con cantidad de pasajeros movilizados y de carga, es el tercero de américa latina en cuanto a movimiento de pasajeros ya que por él transitan aproximadamente 34.9 millones de pasajeros para el año 2019 con un factor de crecimiento del 6.90% respecto al año 2018. De igual forma es el Aeropuerto con mayor movilización de carga de América Latina con un total de toneladas de cargas transportadas para el año 2019 de 710.089 Toneladas con un factor de decrecimiento del -1.8% frente al año 2018. (Aerocivil, 2019)

2.1.1.4 Ubicación geoestratégica

A nivel de competitividad en la región el Aeropuerto Internacional El Dorado cuenta con 88 destinos (30 aerolíneas de pasajeros, 25 aerolíneas de carga) considerando como rezagado frente al número de destinos que cuenta el Aeropuerto Internacional de Sao Paulo con 91 destinos, Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México con 114 (44 aerolíneas), otros panoramas mundiales como Aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol con 322 y Fráncfort del Meno con 248 muestran la necesidad de crecimiento y posicionamiento del Aeropuerto como "*Hub*".

En términos estratégicos de ubicación local el Aeropuerto Internacional El Dorado al encontrarse en la zona urbana de Bogotá D.C. permite referenciarse como el lugar central del país que de igual forma se logra distribuir y abastecer las zonas periféricas de Colombia, asimismo como encontrarse a un margen central cardinal de las fronteras.

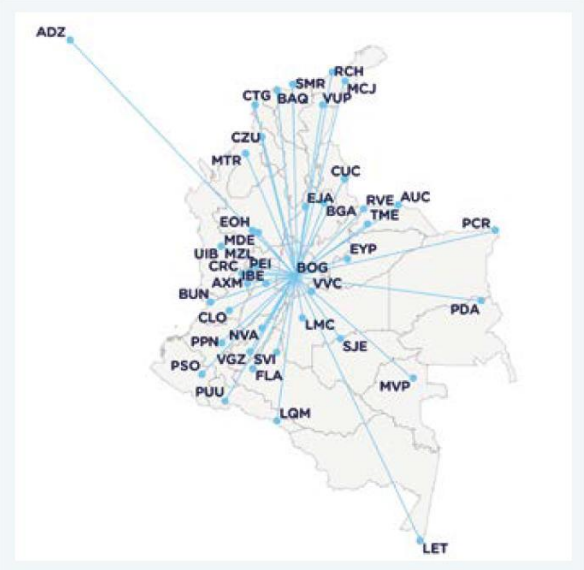


Ilustración 2-10. Destinos de conexión nacional.
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

Con respecto a la ubicación geoespacial de la región, Colombia se encuentra sobre la línea del ecuador que divide el hemisferio norte del sur, siendo entonces un punto céntrico de las Américas. Asimismo, Colombia se caracteriza por ser el único país de sur américa que cuenta frontera con américa central y con costa al océano pacífico y atlántico. Estas principales características hacen del Aeropuerto Internacional El Dorado el ideal para

generar y concentrar la mayor cantidad de operaciones interconexión entre múltiples destinos reduciendo tiempos de vuelos entre ciudades y países.

Ilustración 2-11. Destinos de conexión internacional.
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2018)

2.1.2 MARCO JURÍDICO

Los siguientes son los diferentes mecanismos de aplicación jurídica que ha tenido el desarrollo y ejecución desde sus inicios la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., estos mecanismos se subdividen en orden y competencia distrital, regional y nacional debido a la importancia del Aeropuerto en el país.

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
NORMAS DEL ORDEN NACIONAL		
Constitución Política 1991	Asamblea Nacional Constituyente	Marco principal normativo que rige en la estructura y en el ordenamiento jurídico y político del país, incluye normas sobre medio ambiente, desarrollo económico sostenible y el transporte.
Ley 12 de 1947	Congreso de la República	Aprueba adhesión de Colombia al Convenio Sobre Aviación Civil Internacional
Ley 23 de 1973	Congreso de la República	Profiere normas sobre asuntos ambientales y confiere facultades al Gobierno para expedir un Código de Recursos Naturales
Decreto – Ley 2811 de 1974	Gobierno Nacional	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

Ley 9 de 1979	Congreso de la República	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Resolución 8321 de 1983	Ministerio de Salud	Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas
Decreto 2007 de 1991	Gobierno Nacional	Por el cual se promulga el "Convenio de Aviación Civil Internacional", firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
Ley 105 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
Decreto 948 de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Por el cual se expiden algunas normas relacionadas con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad de aire
Ley 336 de 1996	Congreso de la República	Estatuto General de Transporte
Decreto 2564 de 1999	Gobierno Nacional	Por el cual se establece el término en el cual pueden operar en el espacio aéreo colombiano las aeronaves que no cumplan con los niveles de ruido previstos en el Capítulo III del Anexo 16 al Convenio de la Aviación Civil Internacional
Resolución 627 de 2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental
Decreto 1076 de 2015	Gobierno Nacional	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
NORMAS DEL ORDEN DISTRITAL		
Decreto 301 de 1990	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se dictan disposiciones sobre usos en los terrenos ubicados en inmediaciones del Aeropuerto El Dorado, localizados en zona de

		influencia de ruido y se dictan otras disposiciones
Decreto 1261 de 1997	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se adoptan medidas de protección ambiental en el aeropuerto internacional El Dorado
Resolución 1198 de 1998	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente	Por la cual se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá
Decreto 765 de 1999	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se reglamenta el Acuerdo 6 de 1990, mediante la expedición para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735, 736 y 737 de 1993.
Resolución 832 de 2000	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente	Por el cual se adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sonoro sobre el componente atmosférico, denominado “Unidades de Contaminación por Ruido - UCR”
Acuerdo 79 de 2003	Concejo de Bogotá	Código de Policía de Bogotá. Contiene normas sobre los comportamientos en relación con la contaminación auditiva y sonora
Resolución 6919 de 2010	Secretaría Distrital de Ambiente	Por la cual se establece el Plan Local de Recuperación Auditiva en el Distrito Capital
Decreto 446 de 2010	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por medio del cual se precisa el alcance de las facultades de la Secretaría Distrital de Ambiente como Autoridad Ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones
Resolución 3514 de 2010	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por la cual se adopta el Documento Técnico del Plan de Gestión Ambiental PGA del Distrito Capital 2008-2038
NORMAS DEL SECTOR AERONAUTICO		
Resolución 2450 del 19 de diciembre de 1974	Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil	Adopta el Manual de Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, hoy Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)
Resolución 2853 del 23 de julio de 1999	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Modificó en su totalidad la parte séptima de los Reglamentos Aeronáuticos
Resolución 4034 del 15 de octubre de 1999	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se modifican algunos numerales a la parte séptima de los reglamentos aeronáuticos

Resolución 2130 del 7 de junio de 2004	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se adicionan y modifican las partes Primera, y Séptima de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se adopta una Parte Once, sobre disposiciones Ambientales
Resolución 4819 del 2 de octubre de 2008	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se sustituye el Manual de Atenuación de Ruido para el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, D. C.
Resolución 5036 del 18 de septiembre de 2009	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se atribuye carácter oficial a la versión de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) publicada en la página Web de la UAEAC.
Resolución 680 del 30 de marzo de 2016	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se adopta el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 36 (RAC 36), que regula estándares de ruido
Resolución 1209 del 25 de mayo de 2015	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se adopta el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13), que regula el régimen sancionatorio
Resolución 2517 del 1 de octubre de 2015	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Modifica el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13)
Resolución 588 del 7 de marzo de 2016	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Modifica el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13)
Resolución 15 99 de 26 de agosto del 2020	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la cual se adopta protocolo de medición evaluación de cumplimiento niveles de ruido aeropuerto el Dorado.
Resolución 1915 del 06 de octubre del 2020	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	Por la se actualiza el manual de abatimiento de ruido aeropuerto El dorado
NORMAS DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL		
Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Otorgar a la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE LA AERONAUTICA CIVIL Licencia Ambiental Ordinaria para la ejecución de las obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto Internacional El Dorado.
Resolución 1389 del 22 de noviembre de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se resuelven unos recursos de reposición y se modifica parcialmente la Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995 en el sentido de que todos los niveles de ruido mencionados en la citada resolución,

		corresponden a niveles de ruido promedio día-noche (Ldn)
Resolución 392 del 15 de abril de 1996	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 768 del 19 de julio de 1996	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 405 del 20 de mayo de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 598 del 2 de julio de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 534 del 16 de junio de 1998	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 745 del 5 de agosto de 1998	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 1001 del 1 de junio de 2009	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Autoriza la cesión parcial de la licencia ambiental a favor de la Sociedad Concesionaria Operadora Aeroportuaria Internacional S.A. – OPAIN S.A.
Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Modifica la Licencia Ambiental en el sentido de modificar el horario de operación nocturna de la pista sur; establece una zonificación de manejo ambiental y ajusta algunas fichas del PMA.
Resolución 1567 del 7 de diciembre de 2015	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Resuelve recursos de reposición interpuestos contra la Resolución 1034 de 2015 y hace algunas aclaraciones.
Resolución 01842 del 16 de septiembre de 2019	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Por la cual se ajusta vía seguimiento la Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015 y se adoptan otras determinaciones, como la aprobación del Plan Piloto, presentado por la Aerocivil
Resolución 01980 del 02 de octubre de 2019	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Mediante la cual resuelve el recurso de reposición y modifica la Resolución 01842 del 16 de septiembre de 2019

- **Normativas urbanísticas de consideración.**

A continuación, se resumen por líneas de tiempo los diferentes documentos para áreas de conservación arquitectónica y urbanística acogidas por el distrito, documentos para el ordenamiento territorial de la ciudad de Bogotá D.C. y documentos desarrollados para en la gestión del plan de ordenamiento territorial que definen aspectos del análisis de valoración de impactos de los escenarios con proyecto y sin proyecto.

DOCUMENTOS PARA ÁREAS DE CONSERVACIÓN ARQUITECTÓNICA Y URBANÍSTICA

Estas normativas distritales y nacionales son la trazabilidad de reglamentaciones y/o preservaciones de las áreas alrededor del Aeropuerto Internacional El Dorado en el sentido garantizar espacios y desarrollos urbanísticos en pro del entonces conocido como Aeropuerto Jardín hoy Distrito aeroportuario, limitando las alturas de edificaciones en conos de aproximación al aeropuerto (Superficies limitadoras de obstáculos). Luego entonces, se señalan las normativas que han realizado el esfuerzo y concepto de mantener espacios de uso de suelo acorde a la operación estratégica del aeropuerto.

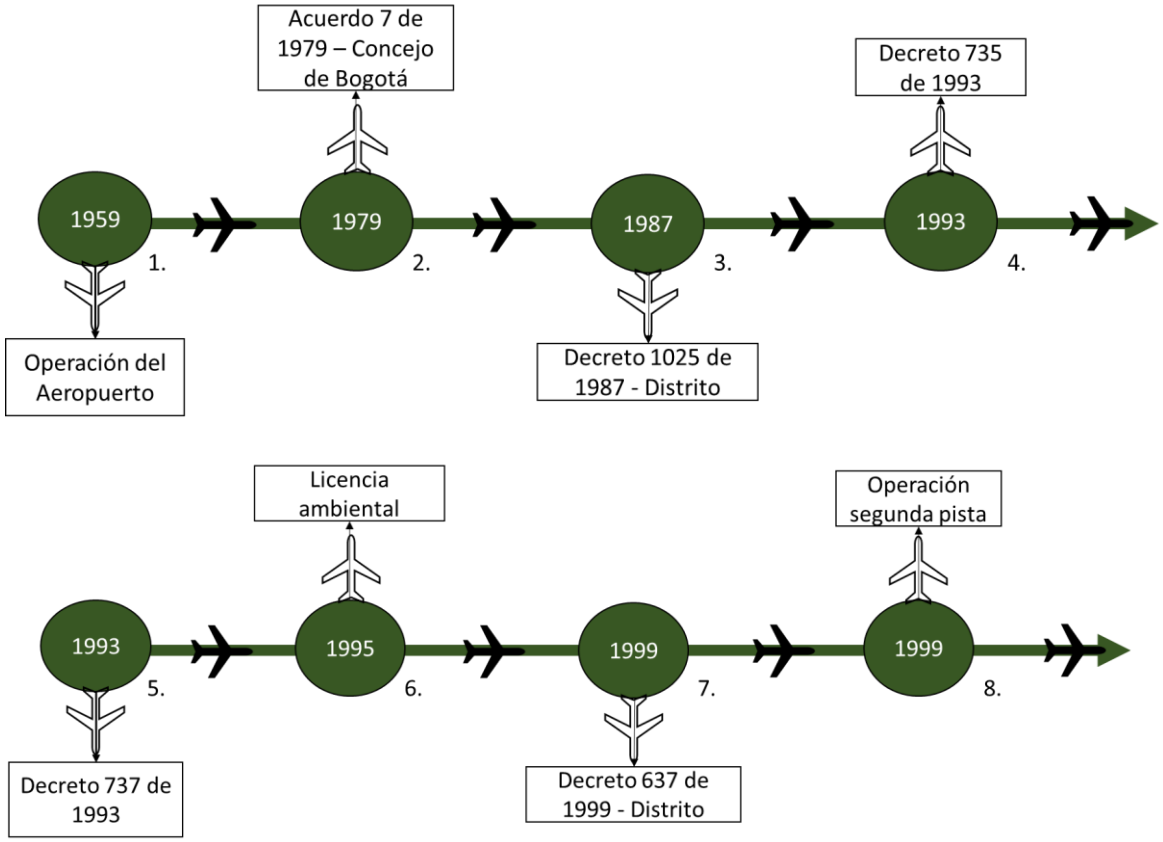


Ilustración 12. Linea de tiempo de documentos de conservación arquitectónica y urbanística.
Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

ítem	Año	Normativa	Referencia
1	1959	Inicio de operación del aeropuerto	Construcción y operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en los linderos adquiridos como predios para la operación de este aeródromo.
2	1979	Acuerdo 7 de 1979 - Concejo de Bogotá	Se define el Plan de Desarrollo integrado y se adoptan políticas y normas de uso de suelo para la ciudad de Bogotá D.C. Reconocimiento del Aeropuerto como parte integral de importancia y sus ampliaciones de infraestructuras. **Título VII del régimen para las áreas de actividad.** **Artículo 82 -** Se definen los servicios aeroportuarios en función de la ampliación de infraestructura del Aeropuerto. Artículo 86 – Definición de las rondas del río a partir de la proyección del Aeropuerto. Áreas de conservación y conceptos de favorabilidad o viabilidad de desarrollo en las inmediaciones al aeropuerto, Artículo 198 – Artículo 200.
3	1987	Decreto 1025 de 1987 - Distrito	Reglamentación de normas volumétricas y de empate con obras nuevas, ampliaciones y adecuaciones de edificaciones en el distrito. Artículo 6to: Parágrafo 5º.- Todo predio que se localice dentro del cono aproximación al Aeropuerto El Dorado y que proyecte altura superior a quince (15.00) metros, debe obtener concepto previo del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil.
4	1993	Decreto 735 de 1993 - Distrito	Se reglamenta el tratamiento general de Actualización en las áreas urbanas del distrito capital. Donde se deben allegar por parte de las autoridades que concedan licencia de construcción viabilidad por altura de edificaciones en cono de aproximación del Aeropuerto. Artículo 22º.- Alturas en el cono de aproximación del aeropuerto. Todo predio que se localice dentro del cono de aproximación del Aeropuerto El Dorado, debe obtener concepto previo del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil para desarrollar altura superior a quince (15) metros.
5	1993	Decreto 737 de 1993 - Distrito	Se reglamenta el tratamiento general de Actualización en las áreas urbanas del distrito capital.

			Donde se incluye la reglamentación urbanística de restricción de uso residencial como motivo de preservar la operación estratégica del aeropuerto. **Subcapítulo 3** **Normas para Zonas Industriales.** Parágrafo. - El uso de vivienda se permite en las áreas industriales reglamentadas en el presente artículo, con excepción de aquellas correspondientes a sectores reservados para la tipología volumétrica de industria jardín ubicados en los costados nororiental y suroccidental de la Avenida El Dorado, entre el límite oriental del aeropuerto Eldorado y la Avenida de Boyacá, y al oriente y occidente de la Avenida Cundinamarca, entre la Avenida José Celestino Mutis y la Avenida La Esperanza.
6	1995	Licencia ambiental	Otorgación de licenciamiento ambiental para la construcción y operación de la segunda pista para el Aeropuerto Internacional El Dorado mediante la Resolución 1330 de 1995 por el Ministerio del Medio Ambiente.
7	1999	Decreto 637 de1999 - Distrito	Reglamenta el acuerdo 6 de 1990 en expansión de la localidad de Engativá teniendo en consideración usos de suelo industriales en las zonas colindantes con el Aeropuerto. Capítulo III Áreas de actividad y usos Área de actividad múltiple *"(…) Corresponde a una franja de 300 metros a partir del lindero con el Aeropuerto El Dorado, cuya función es albergar usos industriales de bajo impacto y actividades de apoyo a los usos del Aeropuerto.(…)"*
8	1999	Operación de segunda pista	Inicio de operación de la segunda pista del Aeropuerto Internacional El Dorado colindante con la localidad de Fontibón.

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

DOCUMENTOS PARA ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ D.C.

Ahora bien, de acuerdo con el análisis preliminar de los impactos y su relación con el uso de suelo y reglamentación en las zonas del área de influencia, se identificaron las normativas alusivas a la trazabilidad de documentos para el ordenamiento territorial de Bogotá D.C. en función de los predios del aeropuerto. Y es que si bien, el aeropuerto dio inicio de operación en el año 1959 con predios y terrenos que no se han expandido desde

ese entonces preservando sus linderos, el distrito desde el año 1968 decreto espacios alrededor del aeropuerto en su ordenamiento territorial para la ciudad de Bogotá D.C. tanto para la localidad de Engativá como la localidad de Fontibón décadas antes de la construcción y/o operación de la segunda pista.

Así las cosas, el distrito desde entonces contaba con reglamentaciones urbanísticas para el control de las vecindades del aeropuerto incentivando a que, por sus condiciones de cercanías, harían parte de lo denominado entonces como industria jardín (Aeropuerto Jardín) – Capítulo IV Zonas Industriales Clases 1 a 7, IE, IJ, ARTÍCULO 37. Del Decreto Distrital No. 1119 de 1968.

> *"(…) b). Se denomina industria jardín aquella que por sus condiciones de vecindad al Aeropuerto Internacional El dorado, deben reunir características especiales de estética y no producir incomodidades. (…)"*

Así las cosas, estos elementos enseñan los incentivos y trazabilidad de este en regular el crecimiento no formal de centros residenciales por parte del Distrito Capital y el Concejo de Bogotá D.C.

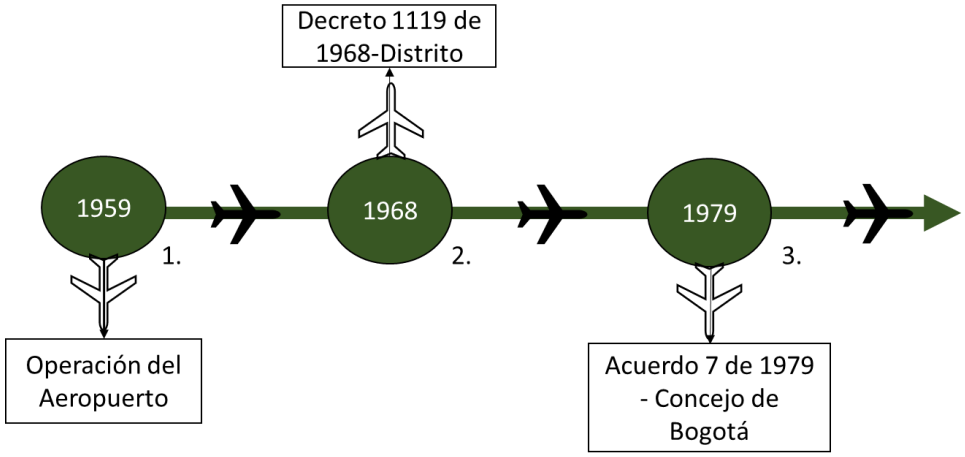


Ilustración 13. Linea de tiempo de documentos para el ordenamiento territorial de Bogotá D.C. que establecen caractersiticas frente al aeropeurto.
Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021).

ítem	Año	Normativa	Referencia
1	1959	Inicio de operación del aeropuerto	Construcción y operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en los linderos adquiridos como predios para la operación de este aeródromo.
2	1968	Decreto 1119 de 1968 – Distrito.	Por el cual se adopta el Plano Oficial de Zonificación General de la ciudad, se señala un nuevo perímetro urbano y se dictan unas normas sobre urbanismo.

			Se señala un nuevo perímetro urbano y normas urbanísticas que así lo rigen estableciendo los linderos existentes de los predios de todo el aeropuerto nororientales y suroccidentales limitando con la entonces carrera 5ª de Fontibón para uso de suelo industrial. Capítulo IV Zonas Industriales Clases 1 a 7, IE, IJ ARTÍCULO 37. Por razones de ubicación, se considerarán además las dos clases siguientes: a). Industria extractiva, y b). Industria Jardín. b). Se denomina industria jardín aquella que por sus condiciones de vecindad al Aeropuerto Internacional El dorado, deben reunir características especiales de estética y no producir incomodidades.
3	1979	Acuerdo 7 de 1979 – Concejo de Bogotá	Se define el Plan de Desarrollo integrado y se adoptan políticas y normas de uso de suelo para la ciudad de Bogotá D.C. Reconocimiento del Aeropuerto como parte integral de importancia y sus ampliaciones de infraestructuras. **Título VII del régimen para las áreas de actividad.** **Artículo 82 -** Se definen los servicios aeroportuarios en función de la ampliación de infraestructura del Aeropuerto. Artículo 86 – Definición de las rondas del río a partir de la proyección del Aeropuerto. Áreas de conservación y conceptos de favorabilidad o viabilidad de desarrollo en las inmediaciones al aeropuerto, Artículo 198 – Artículo 200.

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021).

DOCUMENTOS PARA PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Los aspectos de mayor relevancia en la determinación del reglamento urbanístico son aquellos documentos que han sido bajo los instrumentos de Planes de Ordenamiento Territorial del Distrito, ya que de estos han dependido y estructurado metodologías y regulaciones frente a las características del uso de suelo dado que este factor es de análisis directo en la valoración de impactos. Así las cosas, se ha relacionado en concordancia y congruencia con los demás documentos anteriormente descritos, sobre las directrices por

parte del Distrito frente a la determinación de áreas colindantes con el aeropuerto para su uso de suelo en función de la operación aeroportuaria y los impactos que este genera. Encontrando que para la actualidad, no se relaciona mayoritariamente en el área de influencia en el escenario con proyecto y sin proyecto, un conflicto de uso de suelo desde el análisis acústico de los niveles de ruido (impacto por el cual se establece el área de influencia para este proyecto), ya que el Distrito tanto en el Decreto 619 de 2000, Decreto 469 de 2003 y Decreto 190 de 2004 – Plan de Ordenamiento Territorial Vigente para la fecha de elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental; se establecen a partir de las normativas previas, Ley 388 de 1997 – Nivel Nacional, Decreto 879 de 1998 – Nivel Nacional, las directrices frente a los usos de suelo alrededor del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., vinculando las UPZ 74, 117, 116, 115, 75, 76, 77, a una zona estratégica del aeropuerto que relaciona mayoritariamente el uso de suelo asociado a Industrial y/o comercial que allí adoptada, donde zonas residenciales no son reconocidas como de reglamentación debido a la operación estratégica del aeropuerto.

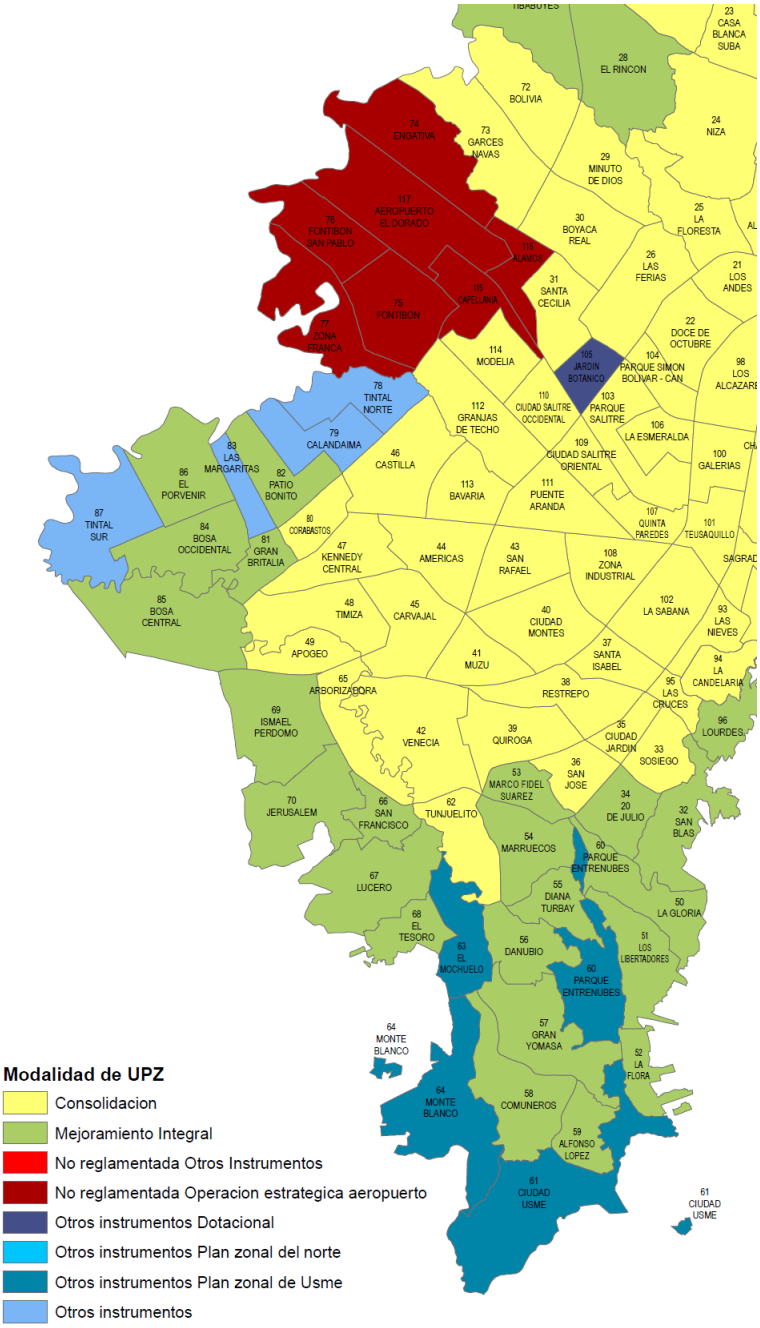


Ilustración 14. Modalidad de la Unidades de Planeamiento Zonal UPZ de Bogotá D.C. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021).

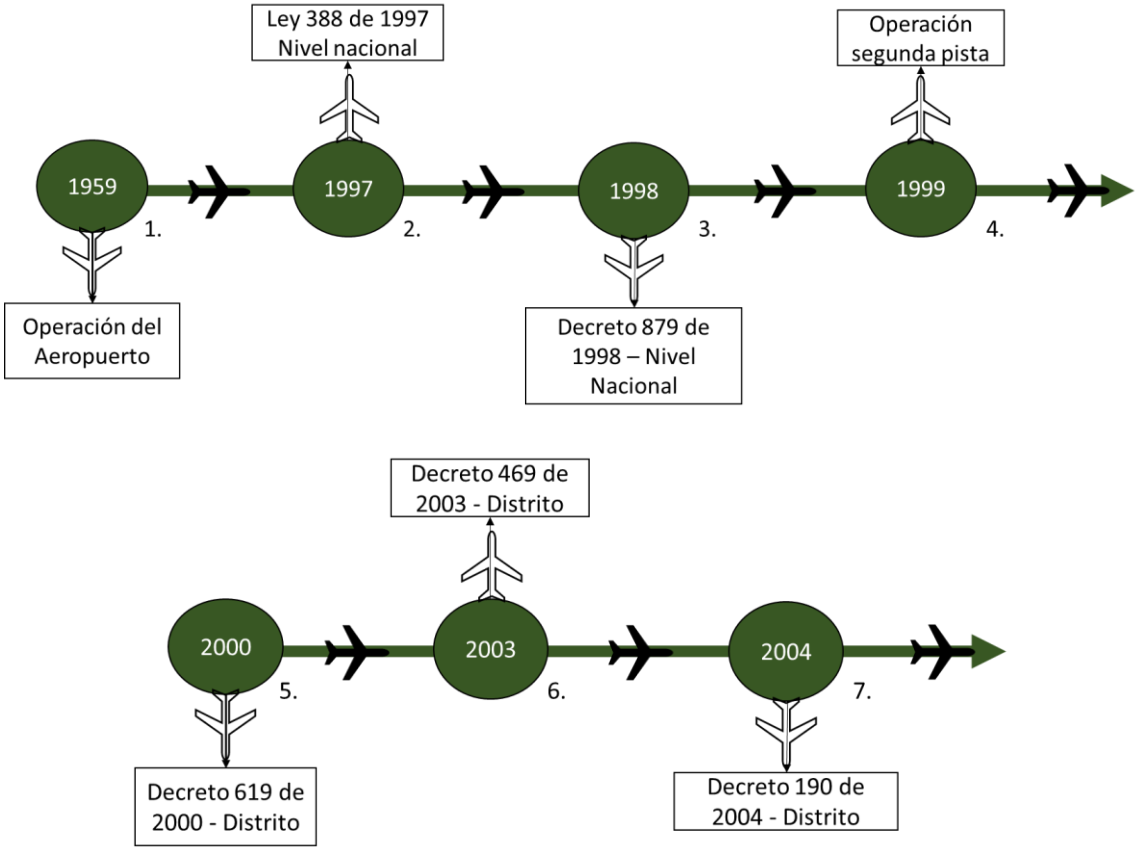


Ilustración 15. Linea de tiempo de documentos para el ordenamiento territorial de Bogotá D.C. que establecen caractersiticas del aeropeurto.
Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

ítem	Año	Normativa	Referencia
1	1959	Inicio de operación del aeropuerto	Construcción y operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en los linderos adquiridos como predios para la operación de este aeródromo.
2	1997	Ley 388 de 1997 – Presidencia de la República de Colombia	Constitución política y Ley organiza del Plan de Desarrollo a nivel nacional donde se comprenden las acciones urbanísticas por las disposiciones de las entidades territoriales establecidas. *Artículo 8º.- Acción urbanística. Modificado por el art. 27, Ley 2079 de 2021. <El nuevo texto es el siguiente> La función pública del ordenamiento del territorio municipal o distrital se ejerce mediante la acción urbanística de las entidades distritales y municipales, referida a las decisiones administrativas que les son propias, relacionadas con el ordenamiento del territorio y la intervención en los*

			usos del suelo, adoptadas mediante actos administrativos que no consolidan situaciones jurídicas de contenido particular y concreto. Son acciones urbanísticas, entre otras: *2. Localizar y señalar las características de la infraestructura para el transporte, los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos y los equipamientos de servicios de interés público y social, tales como centros docentes y hospitalarios, aeropuertos y lugares análogos.* *Artículo 10º.-Reglamentado por el Decreto Nacional 2201 de 2003. Determinantes de los planes de ordenamiento territorial. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes:* *3. El señalamiento y localización de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional, puertos y aeropuertos, sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía, así como las directrices de ordenamientos para sus áreas de influencia*.
3	1998	Decreto 879 de 1998 Nivel Nacional	Se reglamentan disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital por parte de Presidencia de la República de Colombia. Artículo 3º.- Prioridades del ordenamiento del territorio. En la definición del ordenamiento territorial, se tendrán en cuenta las prioridades del plan de desarrollo del municipio o distrito y los determinantes establecidos en normas de superior jerarquía que son: 3. El señalamiento y localización de las infraestructuras de la red vial nacional y regional, los puertos y aeropuertos y los sistemas de suministros de agua, energía y servicios de saneamiento básico.
4	1999	Operación de segunda pista	Inicio de operación de la segunda pista del Aeropuerto Internacional El Dorado colindante con la localidad de Fontibón.
5	2000	Decreto 619 de 2000 - Distrito	Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital.

			Artículo 119. Derogado por el art. 286, Decreto Distrital 469 de 2003. Área Funcional Eje Occidente. Objetivos de Ordenamiento. Son objetivos de ordenamiento en el Eje Occidente: 5. Fortalecer el papel estratégico del Aeropuerto Internacional de Eldorado, transformando su área de influencia de manera que se potencie su función como puerta internacional de la actividad productiva, reduciendo simultáneamente la actividad residencial existente. Artículo 121. Operaciones Estructurantes y Proyectos en el Centro Metropolitano. 4. Operación Aeropuerto Eldorado Se adelantarán intervenciones sobre sus áreas de entorno para configurar espacios de gran accesibilidad y calidad ambiental que incentiven el desarrollo de actividades empresariales, de servicios aeroportuarios y logísticos que aprovechen las ventajas comparativas de esa localización. Componen la operación las siguientes suboperaciones, descritas en el documento técnico de soporte dentro del programa de Renovación: a. Cabecera del Aeropuerto b. Franja de servicios aeroportuarios y logísticos avenida José Celestino Mutis c. Franja de servicios aeroportuarios y logísticos avenida Luis Carlos Galán
6	2003	Decreto 469 de 2003 - Distrito	Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Artículo 26. Identificación de las Operaciones Estratégicas Para efectos de jerarquizar programas, actuaciones y proyectos, y con el fin de que sean observados en los planes de inversión y facilitar la aplicación de instrumentos de gestión, se priorizan las siguientes operaciones estratégicas:

			- Operación estratégica Fontibón - Aeropuerto Eldorado –Engativá- Aeropuerto Guaymaral Artículo 64. Articulación física y virtual con el comercio nacional e internacional. Se busca asignar recursos de nueva inversión a las infraestructuras necesarias para la movilidad de carga y pasajeros en la red de ciudades de la región, y para la exportación de bienes y servicios al resto del país e internacionalmente. Este programa se estructura en los siguientes seis subprogramas así: 1. Aeropuerto Internacional Eldorado g. Renovación Zonas aledañas Av. José Celestino Mutis – vinculadas con la operación Aeropuerto Eldorado- Fontibón – Engativá – Aeropuerto Guaymaral. Concertación con la Nación- Plan Maestro Aeropuerto Eldorado
7	2004	Decreto 190 de 2004 – Distrito POT.	Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Artículo 26. Identificación de las Operaciones Estratégicas Para efectos de jerarquizar programas, actuaciones y proyectos, y con el fin de que sean observados en los planes de inversión y facilitar la aplicación de instrumentos de gestión, se priorizan las siguientes operaciones estratégicas: - Operación estratégica Fontibón - Aeropuerto Eldorado –Engativá- Aeropuerto Guaymaral Artículo 64. Articulación física y virtual con el comercio nacional e internacional. Se busca asignar recursos de nueva inversión a las infraestructuras necesarias para la movilidad de carga y pasajeros en la red de ciudades de la región, y para la exportación de bienes y servicios al resto del país e internacionalmente. Este programa se estructura en los siguientes seis subprogramas así:

			1. Aeropuerto Internacional Eldorado g. Renovación Zonas aledañas Av. José Celestino Mutis – vinculadas con la operación Aeropuerto Eldorado- Fontibón – Engativá – Aeropuerto Guaymaral. Concertación con la Nación- Plan Maestro Aeropuerto Eldorado

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

DOCUMENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN FUNCIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

A continuación, se relacionan algunas normativas de suma importancia con respecto a la reglamentación urbanística para las zonas aledañas al Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. por parte de la Alcaldía Mayor de Bogotá y a nivel de Presidencia. Estos elementos permiten objetar sobre las condiciones y control de medidas que se han efectuado por parte de las entidades territoriales en su gestión frente al reconocimiento de la importancia estratégica de la terminal aérea, con su debida reglamentación del uso de suelo acorde a ello; las cuales finalmente repercuten en la valoración y evaluación ambiental resultante como objetivo del desarrollo de este capítulo.

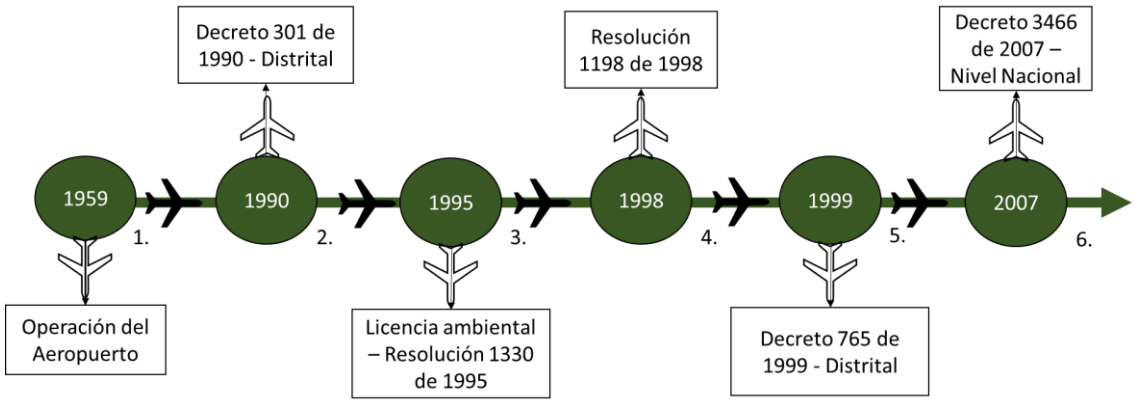


Ilustración 16. Línea de tiempo de documentos de referencia para el Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

ítem	Año	Normativa	Referencia
1	1959	Inicio de operación del aeropuerto	Construcción y operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en los linderos adquiridos como predios para la operación de este aeródromo.

2	1990	Decreto 301 de 1990 – Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se dictan disposiciones sobre usos en los terrenos ubicados en inmediaciones del Aeropuerto Eldorado, localizados en zona de influencia de ruido y se dictan otras disposiciones. *"(…) Artículo 3º.- Los terrenos con régimen diferido ubicados en la zona de influencia de ruidos producidos por el Aeropuerto Eldorado con Tratamiento de Desarrollo Normal y localizados en el Área C. según el plano anexo No. 1 que forma parte del presente Decreto, tendrán los siguientes usos:* *Usos Principales:* *Industria Tipo B Grupos 1 y 2.* *Comercio Tipo A Grupos 1, 2 y 3.* *Comercio Tipo B.* *En aquellos predios del Área Agrológica II, situados dentro y fuera del perímetro de servicios, afectados igualmente por la zona de influencia de ruidos producidos por las aeronaves del Aeropuerto Eldorado y régimen diferido, mientras se defina la ubicación de la nueva pista, identificadas como áreas A y B a través del presente Decreto y según el Plano Anexo No. 1, se permitirán los siguientes usos:* *Agricultura y ganadería.* *Vivienda del Celador.* *Depósito, silos, pesebreras y similares.* *Industria Tipo B Grupos 1, 2 y 3.* *Comercio Tipo A Grupos 1, 2 y 3.* *Comercio Tipo B.* *Artículo 4º.- Las áreas con régimen definido comprendidas entre la Autopista Eldorado, la Avenida de La Esperanza, la Avenida Cundinamarca y el límite suroriente de los terrenos para el Plan Maestro del Aeropuerto Eldorado, identificadas a través del presente Decreto como Área D y según Plano anexo No. 1, tendrán los siguientes usos:* *Usos Principales:*

			Industria Tipo B Grupos 1 y 2. *Comercio Tipo A Grupos 1, 2 y 3.* *Comercio Tipo B.* *Parágrafo 1º.- En los casos de los barrios de Desarrollo Progresivo en esta área como son: La Rosita con plano topográfico F. 214/4, Veracruz F. 137/4-1, Puerta de Teja F. 92/4 y San José de Fontibón F. 167/4, F. 167/4-1, se permitirán los siguientes usos complementarios:* *Comercio Grupo 1.* *Industria Artesanal.* *Industria Grupo 1.* *Parágrafo 2º.- El uso de vivienda en estas áreas se considerará a partir de la fecha de sanción del presente Decreto como un uso restringido, las viviendas existentes y las construcciones dedicadas a usos institucionales y/o recreacionales al cambiar su uso en el tiempo podrán adoptar únicamente los usos complementarios propuestos: Comercio Grupo 1, Industria Artesanal, Industria Grupo 1.* *Artículo 5º.- Las áreas periféricas al Aeropuerto Eldorado, localizadas en el costado sur del mismo e identificadas en el presente Decreto como Áreas E, G, H y según Plano Anexo No. 1 tendrán los siguientes usos:* *Industria Tipo B Grupos 1 y 2.* *Comercio Tipo A Grupos 1, 2 y 3.* *Comercio Tipo B (…)"*
3	1995	Licencia ambiental – Resolución 1330 de 1995.	Otorgación de licenciamiento ambiental para la construcción y operación de la segunda pista para el Aeropuerto Internacional El Dorado mediante la Resolución 1330 de 1995 por el Ministerio del Medio Ambiente.
4	1998	Resolución 1198 de 1998 – Departamento	Por la cual se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá.

		Administrativo de Medio Ambiente.	*"(…) Artículo 1°.- Zonas con Niveles de Ruido de 75 dB (A) - LDN alrededor del Aeropuerto Internacional El Dorado. Se adopta como área sometida a presiones sonoras de 75 dB (A) - LDN alrededor del Aeropuerto Internacional El Dorado, aquella definida en el plano anexo a la presente resolución, el cual hace parte integral de la misma.* *Artículo 2°.- Zonas con Niveles de Ruido de 65 dB (A) - LDN alrededor del Aeropuerto Internacional El Dorado. Se adopta como área sometida a presiones de 65dB (A) - LDN alrededor del aeropuerto Internacional El Dorado, aquella definida en el plano anexo a la presente resolución, el cual hace parte integral de la misma.* *Artículo 3°.- Previsiones Contra Ruido. Todo hospital, clínica, sanatorio, biblioteca o centro educativo, y, los inmuebles con destinación residencial o industrial que se pretendan construir dentro de los límites establecidos en los artículos primero y segundo de esta resolución, deberán contar las previsiones del caso para garantizar que el nivel del ruido al interior de ellas no supere los 65 dB (A) ni los 75 dB (A) al interior de las industrias, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones sobre usos del suelo.* *Artículo 4°.- Mediciones. La verificación, por parte de la autoridad ambiental o por quien ésta señale sobre el cumplimiento de los niveles de presión sonora al interior de las edificaciones a las que hace referencia la presente resolución, deberá ser realizada durante veinticuatro (24) horas para obtener los niveles promedio día - noche (LDN). (…)"*
5	1999	Decreto 765 de 1999 – Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se reglamenta el Acuerdo 6 de 1990, mediante la expedición para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735, 736 y 737 de 1993. *"(…) Artículo 1º.- Ámbito de Aplicación. Para la aplicación del presente Decreto se establecen dos áreas de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado, con base en la delimitación concertada entre le Departamento Administrativo de Planeación Distrital, El DAMA y la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, los cuales aparecen*

			delimitadas en el plano anexo y se relacionan a continuación: *DE INFLUENCIA AEROPORTUARIA* *Corresponde al área en la que es necesario restringir algunos usos, en especial el residencial, así como incentivar a aparición de otros usos que apoyen las actividades del aeropuerto o que sean compatibles con ellas.* *ÁREA DE INFLUENCIA AERONÁUTICA* *Corresponde al área de seguridad de operaciones aéreas. Dicha área debe reunir una serie de requisitos técnicos relacionados con la altura máxima, orientados a garantizar las superficies limitadoras de obstáculos de aproximación, transición y aterrizaje, requeridas para tales operaciones. Esta área es la definida pro la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil en su Oficio SP-98-886 del 21 de agosto de 1998 y se encuentra graficada en el plano anexo.* *Artículo 2º.- Criterios Generales sobre los usos en el área de influencia aeroportuaria. Las normas del presente Decreto, relativas a usos, no implican una zonificación del área, la cual ya está asignada por el Acuerdo 6 de 1990 y sus Decretos Reglamentarios 735, 736 y 737 de 1993. En consecuencia, los respectivos polígonos de zonificación y tratamientos asignados por dichas normas continúas vigentes para el área, en cuanto no contravengan las disposiciones de este Decreto, pero se sujetarán, adicionalmente, a las disposiciones del mismo.* *Los criterios para la asignación de usos en el área de influencia aeroportuaria definidos por el Acuerdo 6 de 1990 y sus Decretos Reglamentarios son:* *Viabilidad o aptitud de las estructuras para albergar el uso.* *Restricción de usos que pro el impacto del aeropuerto se consideran de alto riesgo ambiental.* *Incentivo de aquellos usos que contribuyan a a la actividad aeronáutica.*

			Regulación de la intensidad de los usos permitidos, con el fin de controlar su impacto en el área de influencia del aeropuerto. *Artículo 3º.- Usos permitidos en área de influencia aeroportuaria. Se permitirán únicamente los siguientes usos:* *USO INDUSTRIAL:* *Se permite el uso industrial en las mismas condiciones en que lo autoricen los Decretos de asignación de tratamiento, con excepción de los polígonos de zonificación con tratamiento de desarrollo, en los que dicho uso tendrá que adecuarse a las características de la industria que más adelante se establecen.* *Se consideran prohibidos en el sector los usos que impliquen la fabricación y almacenamiento de explosivos.* *USO COMERCIAL:* *Se permite la actividad comercial en las mismas condiciones en que la autoricen los Decretos de asignación de tratamiento, siempre que se cumpla con las restricciones de altura impuestas por la Aeronáutica Civil.* *Artículo 4º.- Localización de nuevas industrias en el área de influencia aeroportuaria. La localización de nuevas industrias dentro del área de influencia aeroportuaria deberá cumplir con los siguientes requisitos:* *Se deberá demostrar que su actividad y las complementarias, en el área de ubicación, se encuentran productivamente encadenadas y funcionando con base en los criterios de uso eficiente de la energía, el agua y demás insumos de reutilización de residuos y subproductos.* *Tran: eliminación del uso de insumos peligrosos y tóxicos en particular y minimización de residuos, emisiones, ruido y vertimientos.* *Se deberán conformar parques industriales ecoeficientes, cuya zonificación de uso y régimen de*

			compatibilidad será elaborado por los usuarios de los mismos y será sometido a aprobación del DAMA. El análisis de compatibilidad de usos industriales dentro de los parques industriales ecoeficientes se realizará conforme a parámetros e indicadores establecidos por el DAMA. *Los parques industriales ecoeficientes deberán disponer de un diseño previo que refleje el análisis de los impactos ambientales potenciales agregados y de las actividades por asentarse. En dicho diseño se definirá la distribución interna basada en criterios de compatibilidad de actividades productivas. Los parques industriales ecoeficientes deberán garantizar que las actividades allí ubicadas no generen residuos sólidos, vertimientos, emisiones a la atmósfera o ruido hacia fuera del predio o que, excepcionalmente, saliendo del predio sean totalmente inocuos para el ambiente y las personas.* *Artículo 5º.- Normas para la Industria. Se permite el uso industrial con las siguientes consideraciones:* *La implementación de industrias ecoeficientes o parques industriales ecoeficientes, pretende lograr una sana gestión ambiental, de salud ocupacional y de seguridad industrial. Dicha transformación considera en particular:* *La inexistencia de emisiones libres o fugaces a la atmósfera.* *El uso eficiente de la energía, el agua y demás insumos, frente a procesos existentes para reducir la intensidad de uso de estos elementos.* *La eliminación del uso de insumos peligrosos en general y de tóxicos en particular, lo mismo que de residuos, vertimientos y emisiones.* *El máximo aprovechamiento de residuos, fortaleciendo el reciclaje de los mismos y en lo posible de los productos.* *El crecimiento en la intensidad de la utilidad de bienes y servicios.* *Artículo 8º.- Obras de Insonorización. En los proyectos de construcción (en cualquiera de sus*

			modalidades) y de urbanización, para todos los usos, localizados en el área de que trata el presente Decreto, se deberán implementar las obras de insonorización necesarias, con el fin de que dentro de las construcciones no se presenten niveles de ruido superiores a los indicados por el Departamento Administrativo del Medio Ambiente mediante la Resolución 1198 de 1998, o la norma que la modifique o subrogue. *Artículo 9º.- Sectores Aledaños. Los usos del suelo y las alturas de las edificaciones ubicadas en los centros urbanos de Fontibón y Engativá, serán los permitidos por los respectivos Decretos Reglamentarios de asignación de tratamientos, con las restricciones de altura que imponga la Aeronáutica Civil. (…)"*
6	2007	Decreto 3466 de 2007 – Nivel Nacional – Presidencia de la República de Colombia.	Por el cual se crea la Comisión Intersectorial para el Desarrollo del Aeropuerto Internacional de El Dorado. *"(…) Artículo 1°. Creación. Créase la Comisión Intersectorial para el Desarrollo del Aeropuerto Internacional de El Dorado.* *Artículo 2°. Objetivos y Funciones. La Comisión Intersectorial para el Desarrollo del Aeropuerto Internacional de El Dorado tendrá los siguientes objetivos y funciones:* *2.1. Asegurar la coordinación y la supervisión de las actividades de las entidades públicas para el desarrollo a mediano y largo plazo del Aeropuerto Internacional El Dorado.* *2.2. Preparar y someter a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES, los documentos relacionados con la política de proyección y expansión en el mediano y largo plazo del Aeropuerto Internacional de El Dorado.* *2.3. Proponer la adopción de políticas públicas que orienten la gestión administrativa de las entidades públicas y territoriales hacia el desarrollo del Aeropuerto Internacional El Dorado como un elemento fundamental que promueve la integración económica del país y el desarrollo armónico de las regiones.*

			2.4. Formular parámetros que orienten a las entidades hacia una coordinada y eficiente gestión administrativa. *2.5. Formular directrices que propendan al fortalecimiento de la planeación sectorial del transporte en el ámbito nacional, regional y distrital a partir de la evaluación y monitoreo de la ejecución del contrato de Concesión para el Aeropuerto Internacional de El Dorado.* *2.6. Darse su propio reglamento.* *2.7. Las demás necesarias para el cumplimiento de los objetivos de la Comisión Intersectorial para el desarrollo del Aeropuerto Internacional de El Dorado.* *Artículo 3°. Integración. La Comisión Intersectorial para el Desarrollo del Aeropuerto Internacional de El Dorado estará integrada por:* *– El Vicepresidente de la República.* *– El Ministro de Transporte.* *– El Director del Departamento Nacional de Planeación o su delegado.* *– El Director de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (…)"*
7	2019	Decreto 824 de 2019 – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Por medio del cual se adopta la Operación Estratégica Fontibón – Aeropuerto Eldorado – Engativá – Aeropuerto Guaymaral – 'Distrito Aeroportuario', y se dictan otras disposiciones *"(…) Artículo 1º.- Objeto. Adoptar la "Operación Estratégica Fontibón - Aeropuerto Eldorado – Engativá- Aeropuerto Guaymaral", incluidos los lineamientos para su ejecución.* *Parágrafo. Para los efectos del presente Decreto, la "Operación Estratégica Fontibón - Aeropuerto Eldorado - Engativá- Aeropuerto Guaymaral", en lo sucesivo se denominará: "Distrito Aeroportuario".* *Artículo 2º.- Ámbito de aplicación. La presente reglamentación se aplica en el área delimitada de la "Operación Estratégica Fontibón - Aeropuerto*

			Eldorado - Engativá- Aeropuerto Guaymaral" del Mapa No. 32 del Decreto Distrital 190 de 2004, precisada y actualizada por la Resolución No. 2003 de 2019 expedida por la Secretaría Distrital de Planeación. *Parágrafo. Hacen parte del "Distrito Aeroportuario" la Centralidad de Integración Internacional y Nacional Fontibón - Aeropuerto Eldorado – Engativá tal y como lo establece el artículo 23 del Decreto 190 de 2004. (…)"*

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adoptado de Secretaría Distrital de Planeación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)

Es de destacar que las normativas referenciadas anteriormente, dan el señalamiento sobre las reglamentaciones urbanísticas establecidas para el "distrito aeroportuario" desde el año 1990 para este caso documental. Ya que se establecieron elementos como el Decreto 301 de 1990 y Decreto 765 de 1999, los cuales vinculaban áreas de sensibilidad acústica por la operación del aeropuerto y, dadas las facultades del distrito, proponía desde ese entonces la reglamentación del uso de suelo en los polígonos reconocidos hoy en el Decreto 824 de 2019 como distrito aeroportuario, que busca generar planes estratégicos urbanísticos adaptados por el Acuerdo 6 de 1990 y Decreto 190 de 2004. De esta forma, el distrito mediante diversos mecanismos regulatorios defendió la idea de adaptar las áreas alrededor del aeropuerto en función de que los usos de suelo sean enfocados a industrial y comercial por los impactos ambientales del aeropuerto y así, preservar estas áreas para el fortalecimiento de la terminal aérea en su entorno teniendo congruencia con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997:

> *"(…) Artículo 10º.-Reglamentado por el Decreto Nacional 2201 de 2003. Determinantes de los planes de ordenamiento territorial. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes:*
>
> *1. Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales, así:*
>
> *a) Las directrices, normas y reglamentos expedidos en ejercicio de sus respectivas facultades legales, por las entidades del Sistema Nacional Ambiental, en los aspectos relacionados con el ordenamiento espacial del territorio, de acuerdo con la Ley 99 de 1993 y el Código de Recursos Naturales, tales como las limitaciones derivadas de estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio y las regulaciones nacionales sobre uso del suelo en lo concerniente exclusivamente a sus aspectos ambientales;*
>
> *b) Las regulaciones sobre conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras;*

las disposiciones producidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, en cuanto a la reserva, alindamiento, administración o sustracción de los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional; las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción; y las directrices y normas expedidas por las autoridades ambientales para la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica;

c) Las disposiciones que reglamentan el uso y funcionamiento de las áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales y las reservas forestales nacionales:

d) Las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales.

2. Las políticas, directrices y regulaciones sobre conservación, preservación y uso de las áreas e inmuebles consideradas como patrimonio cultural de la Nación y de los departamentos, incluyendo el histórico, artístico y arquitectónico, de conformidad con la legislación correspondiente.

*3. El señalamiento y localización de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional, puertos y **aeropuertos**, sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía, así como las directrices de ordenamientos para sus áreas de influencia. (…)"*

2.1.3 LICENCIA AMBIENTAL

El Aeropuerto Internacional El Dorado inició su operación en el año 1959, momento en el cual la legislación colombiana no exigía, como lo hace hoy, el requisito de obtener licencia ambiental previa para la construcción y operación de aeropuertos. En efecto, los artículos 27 y 28 del Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables), exigía la licencia para la ejecución de obras, el establecimiento de industria o el desarrollo de cualquiera otra actividad que, por sus características, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, para lo cual era necesario el estudio ecológico y ambiental previo, y además, obtener licencia. Dicho estudio se tendría en cuenta, aparte de los factores físicos, los de orden económico y social, para determinar la incidencia que la ejecución de las obras mencionadas

A partir de la vigencia de la Ley 99 de 1993, el Estado Colombiano estableció un requerimiento para la obtención de Licencia Ambiental en todo proyecto, obra o actividad, como requisito para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir

deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

De conformidad con el artículo 52 de la mencionada Ley, que además creo el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, se otorgó la competencia para otorgar de manera privativa la Licencia Ambiental para proyectos considerados de gran importancia nacional, entre los cuales se encontraba la construcción de aeropuertos internacionales.

Con la expedición del Decreto Reglamentario 1753 del 3 de agosto de 1994, se estableció que se requeriría licencia ambiental para las construcciones de instalación, ampliación o mejoramiento de aeropuertos internacionales, lo que generó la necesidad de obtener dicho instrumento de control y manejo ambiental para las obras de construcción de la segunda pista y ampliación del Aeropuerto Internacional El Dorado.

Así las cosas, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil tramitó y obtuvo de parte del Ministerio del Medio Ambiente la Licencia Ambiental Ordinaria para la ejecución de obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá.

Esta licencia ambiental es de la modalidad ordinaria, en la cual se establecen los requisitos, condiciones y obligaciones que el beneficiario de la Licencia Ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar, y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada sin disponer sobre el otorgamiento de los permisos, autorizaciones o concesiones para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables.

A continuación, se presenta un resumen de los principales actos administrativos que han sido expedidos por la autoridad ambiental con ocasión de esta licencia:

2.1.3.1 Resolución 1330 de 1995

Mediante la cual se otorgó a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil UAEAC licencia ambiental ordinaria para la ejecución de obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá.

En dicha se resolución se establecieron, entre otras, las siguientes obligaciones:

- A partir del momento en que entre en operación la segunda pista, prohibir la operación de aeronaves de primera y segunda generación entre las 9:00 pm y las 6:00 am.
- A partir del primero de enero de 2000. Prohibir la operación de aeronaves de primera y segunda en todo el aeropuerto El Dorado
- Construir una barrera contra ruido en la zona de Engativá
- Delimitar la zona de prueba de motores y que sus características sean acordes a una óptima reducción de ruido
- Presentar el manual de procedimiento de abatimiento de ruido
- Presentar los mecanismos para penalizar o sancionar a las aerolíneas que incumplan con lo establecido en el manual

- Conformar el grupo de gestión ambiental dentro de la Aerocivil
- Censar las viviendas y/o establecimientos expuestos a niveles iguales o superiores a 65 dB.
- Requerir al departamento Administrativo de Planeación Distrital que profiera normas de construcción sobre: materiales, tipo de infraestructura y formas constructivas para actuales y futuras licencias de viviendas ubicada en la zona sometida a niveles de ruido superiores a 65 dB.
- Oficiar al Departamento Administrativo de Planeación Distrital y a los Concejos municipales de Bogotá, Funza y Mosquera para que dentro de sus planes de ordenamiento y uso del suelo se consagre la prohibición de zonas residenciales en las áreas aledañas al Dorado.
- Oficiar a las Alcaldías de Bogotá, Funza y Mosquera y las alcaldías locales de Engativá y Fontibón para que adopten medidas policiales suficientes para evitar la expansión ilegal de asentamientos humanos en áreas aledañas al Aeropuerto El Dorado

2.1.3.2 Resolución 534 De 1998

Modificó parcialmente la Resolución 1330 de 1995 y aprueba un nuevo esquema de operación aérea diferente al bidireccional que sirvió de fundamento para la expedición de la licencia ambiental:

- Se prohíbe la inversión de turbinas para el frenado de las aeronaves en el aterrizaje salvo los casos de excepción por seguridad operacional.
- Se aclara que la restricción de aeronaves que no cumplan con el capítulo iii del anexo 16 de la OACI corresponde al rango entre las 11:00 pm y las 6:00 am.
- Entre las 9:00 pm y las 11:00 pm las aeronaves del capítulo iii operan únicamente en la primera pista (pista norte) y las actividades de decolaje de aeronaves que no cumplan con dicho capítulo se realizan 100% en sentido oriente occidente y de aterrizaje occidente oriente.
    - Para el mismo rango de hora se restringen las operaciones en cantidades numéricas fijas
- Se ordena la mitigación de impactos sonoros en las viviendas afectas y por tanto se restringe la operación aérea según el número de viviendas que sean intervenidas para mejorar el confort acústico de los residentes. La insonorización respectiva debe estar acompañada de un estudio de efectos colaterales en las viviendas y debe garantizar como mínimo el abatimiento de 9 dB LDN entre el exterior y el interior de cada una de las edificaciones.
- Se ordena poner en servicio la báscula de pesaje para que el uso del mismo sea determinado como obligatorio a la totalidad de aeronaves de carga que operan desde el Dorado y de manera aleatoria a la flota aérea restante sobre una muestra no inferior al 10% del total de las aeronaves de primer, segundo y tercer capítulo de ruido.
- Se formula pliego de cargos a la Aerocivil por no cumplir con el numeral 3.1 del artículo tercero de la resolución 1330/95 y no acatar las medidas del inciso 2 del numeral 3.12 artículo tercero de la misma resolución.

2.1.3.3 Resolución 745 De 1998 "Por la cual se resuelven recursos de reposición interpuestos contra la Res 534 de 1998"

Entre otras ordenes, plantea:

- Modificar el nivel de abatimiento de las insonorizaciones para que garanticen en lo mínimo 65 dB LDN al interior de cada edificación.
- Realizar un estudio técnico para delimitar las implicaciones de las vibraciones ocasionadas por la operación aérea del aeropuerto en las viviendas del AID.
- Autorizar actividades de repavimentación de la primera pista del dorado
- Se modifica la escala de los planos a presentar por la Aerocivil según el censo predial.
- Se modifican los pliegos de cargos hacia la Aerocivil
- Entre otros

2.1.3.4 Resolución 1034 de 2015 – ANLA

Con la creación de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA mediante el Decreto 3573 de 2011, la competencia para conocer del proyecto del Aeropuerto Internacional El Dorado pasa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS a esta Entidad, quien por medio de la Resolución 1034 de 2015 modifica la licencia ambiental del Aeropuerto El Dorado permitiendo la operación aérea 24 horas con ciertas condicionales operacionales.

Esta modificación de la licencia, entre otras cosas, también señaló que la Aerocivil era responsable por las siguientes actividades:

- Incluir en las fichas de manejo ambiental actividades para el seguimiento y control del ruido
- Reconversión de la flota aérea con reportes trianuales a la autoridad ambiental
- Tomar medidas frente a los incumplimientos de los niveles de ruido y reportar los resultados semestralmente
- Mantener la medida de insonorización en unidades sociales sensibles dentro de la curva de 65 dB LDN cuando una evaluación técnica establezca la necesidad del mismo.
- En un plazo de 6 meses realizar un estudio del impacto del ruido sobre la población aviar del Humedal Gualí
- En un plazo de 6 meses realizar un estudio del impacto del ruido sobre la producción en las actividades agropecuarias de la zona rural de Funza.
- Incluir dentro de la delimitación del AID la vereda Hato y los barrios de Engativá y Fontibón bajo la curva de 65 dB LDN.
- Identificar las unidades territoriales adicionales en la curva de 65 dB cuando esta tienda a aumentar.
- Contar con el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA
- Presentar el protocolo de evaluación del cumplimiento sobre emisiones de ruido

Adicionalmente, este acto administrativo regula el horario de operación vigente y está delimitado de la siguiente manera:

- Para la Pista (13L-31R)

De 6:00 AM hasta 10:00 PM sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
De 10:01 PM hasta las 11:59 PM las operaciones podrán realizarse sobrevolando la ciudad.
A partir de las 12:00 PM no se podrá sobrevolar la ciudad de Bogotá. Decolajes 100% en sentido Oriente – Occidente sin sobrevolar la ciudad. Aterrizajes 100% Occidente – Oriente.

- Para la pista (13R-31L)

De 6:00 AM hasta las 10:00 PM sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
De 10:01 PM hasta las 11:59 PM se permitirán los aterrizajes sin sobrevolar la ciudad en sentido Occidente – Oriente.
De 12:00 PM hasta 5:59 PM que opere bajo las siguientes condiciones: las operaciones de decolaje se realizan 100% sentido Oriente – Occidente sin sobrevolar la ciudad. Las operaciones de aterrizajes se realizan en un 100% en dirección Occidente - Oriente

Podrán operar en la pista (13L – 31R) y la pista (13R – 31R) del Aeropuerto, en cualquier horario, las aeronaves de todo tipo que tengan que utilizar dicho terminal, como aeropuerto alterno por motivos meteorológicos, técnicos o de seguridad durante el periodo en que permanezcan dichas razones y que afecten la seguridad del vuelo y las aeronaves que operen en misiones de ayuda médica, desastres u otras clases de emergencia y vuelos especiales del Ministerio de Defensa. La Aeronáutica Civil deberá reportar ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, máximo en 5 días siguientes después de sucedido el evento.

La Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil – Aerocivil, deberá informar sobre las operaciones realizadas diferentes a las autorizadas en el presente Acto Administrativo que por razones meteorológicas y de seguridad fueron efectuadas, en un plazo no mayor a cinco (5) días de efectuada la acción.

2.1.3.5 Resolución 1567 De 2015 – ANLA “Por medio del cual se resuelve el recurso de reposición interpuesto a la Resolución 1034 de 2014”

Modifica el artículo 1 relacionado con el horario de operación autorizado en la Resolución 1034 de 2015 y adicionalmente se modifican el artículo 8 (numerales 1 y 2) y el artículo 9 (numeral 3 del parágrafo).

Entre los requerimientos generales que modificó esta resolución, se confirmó la necesidad sobre un estudio de la población de fauna silvestre en el humedal Gualí, tomando como grupo focal las aves y un estudio de las actividades agropecuarias en la zona rural del municipio de Funza; igualmente se amplía un plazo de 14 meses (contados a partir de diciembre de 2015) para que la Aerocivil reconfigure el espacio aéreo y presente los resultados de tal reconfiguración en los informes de cumplimiento ambiental.

2.1.4 ACTOS ADMINISTRATIVOS DISTRITALES

2.1.4.1 Decreto 301 de 1990 de la Alcaldía Mayor de Bogotá

Señala disposiciones sobre usos en los terrenos ubicados en inmediaciones del Aeropuerto El Dorado, localizados en zona de influencia de ruido con el fin de garantizar el buen uso de los mismos con el tiempo; considerando que el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil en Oficio RE. 008-1 del 31 de Enero de 1984, conceptuó que Planeación Distrital deberá reglamentar los usos para los predios incluidos dentro de los niveles de ruido de los 65 decibeles producidos por el Aeropuerto, prescindiendo en lo posible del residencial.

Establece que para aprobar las solicitudes de uso en los predios afectados por la zona de influencia de ruido producido por aeronaves del Aeropuerto El Dorado, cuando se trate de construcciones, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital debe obtener concepto favorable del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil, para dar cumplimiento al Código de Comercio.

2.1.4.2 Decreto 1261 de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá

Prohíbe la operación de aviones de primera y de segunda generación en el Aeropuerto Internacional El Dorado a partir del primero de enero del año 2000, así como la operación de ese mismo tipo de aeronaves entre las 09:00 p.m. y las 06:00 a.m. a partir de la entrada en funcionamiento de la segunda pista en el aeropuerto. Esto, bajo la consideración de que este tipo de aviones emite ruido a niveles que afectan de manera grave la salud y la tranquilidad de los habitantes de Santa Fe de Bogotá.

2.1.4.3 Resolución 1198 de 1998 del Dpto. Administrativo de Medio Ambiente

Establece las zonas de nivel sonoro en las cercanías del aeropuerto El Dorado. Se delimitan las áreas de 65 dBA LDN y 75 dBA LDN, las cuales están demarcadas según la modelación acústica pertinente.

Adicionalmente establece en las previsiones contra ruido que todo hospital, clínica, sanatorio, biblioteca o centro educativo, y, los inmuebles con destinación residencial o industrial que se pretendan construir dentro de las zonas de 65 y 75 dBA, deberán contar las previsiones del caso para garantizar que el nivel del ruido al interior de ellas no supere los 65 dB (A) ni los 75 dB (A) al interior de las industrias, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones sobre usos del suelo.

Delimita que el incumplimiento de lo anterior dará lugar a la imposición por parte de la entonces autoridad competente “DAMA”, hoy Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, de las medidas preventivas y sanciones determinadas en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993, al constructor del inmueble, o, a quien financió su construcción.

2.1.4.4 Decreto 765 de 1999 de la Alcaldía Mayor de Bogotá

Reglamenta el Acuerdo 6 de 1990 del Concejo de Bogotá, que define los usos permitidos para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735, 736 y 737 de 1993.

Considerando que es necesario que el Departamento Administrativo de Planeación Distrital profiera normas de construcción sobre materiales, tipo de infraestructura y normas

constructivas, para las actuales y futuras licencias de viviendas ubicadas en la zona sometida a niveles de ruido superiores a 65 decibeles promedio día noche –LDN-. Que es necesaria la prohibición de continuar estableciendo zonas residenciales en áreas aledañas al Aeropuerto Internacional El Dorado, con la finalidad de evitar que se continúe exponiendo a la comunidad a los riesgos ambientales y sanitarios derivados de la operación del mismo, y que aunque en inmediaciones del aeropuerto existen zonas residenciales y de actividad múltiple en las que es permitido el uso residencial como principal, y zonas industriales cuyo uso se admite como compatible, es necesario dictar normas que promuevan la generación de usos afines a la actividad aeroportuaria.

Establece dos áreas de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado, con base en la delimitación concertada entre el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, la entonces autoridad ambiental “DAMA”, hoy Secretaría Distrital de Ambiente - SDA y la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, las cuales aparecen delimitadas en el plano anexo al Decreto y se relacionan a continuación:

2.1.4.4.1 Área de influencia aeroportuaria

Corresponde al área en la que es necesario restringir algunos usos, en especial el residencial, así como incentivar la aparición de otros usos que apoyen las actividades del aeropuerto o que sean compatibles con ellas.

2.1.4.4.2 Área de influencia aeronáutica

Corresponde al área de seguridad de operaciones aéreas y que debe reunir una serie de requisitos técnicos relacionados con la altura máxima, orientados a garantizar las superficies limitadoras de obstáculos de aproximación, transición y aterrizaje, requeridas para tales operaciones.

2.1.5 RECINTO PRUEBA DE MOTORES

Desde el 2010 se llevó a cabo la construcción de un recinto con las condiciones adecuadas y un lugar estratégico dentro del aeropuerto para la realización de este tipo de pruebas que permitiera la ubicación de barreras acústicas, este tipo de infraestructura representa una atenuación en la propagación de ondas sonoras sobre el medio logrando minimizar los niveles de ruido que se trasmiten de forma directa a zonas aledañas al aeropuerto.

El 23 de marzo de 2011 se llevó a cabo la prueba de aceptación del recinto, la cual se realizó de acuerdo a las especificaciones estipuladas en “Maintenance Zone and West Bay Ground Run-up FASE 2-Basic Desing,” Section 2.3 and ANSI 12.8-1998, Methods for determining the insertion Loss of Outdoor Noise Barriers.”.

Los resultados de la prueba confirman que el nuevo recinto para la prueba de motores supera el promedio de pérdida de inserción especificada en la sección 2.3 de las especificaciones mencionadas anteriormente. De acuerdo a las especificaciones de la ANSI S12.8-1998 las pruebas se realizaron con el “Indirect Measured Method”, se realizaron unas pruebas “Antes”, una serie de mediciones con la aeronave en un local equivalente fuera del

recinto y “Después”, una serie de mediciones con la aeronave dentro del recinto. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la prueba realizada a una aeronave A330.

A330 at Takeoff Power Engine #1 & Balancing Engine #2

	Position 1 (60 deg)			Position 2 (90 deg)			Position 3 (135 deg)		
Run	Outside GRE	Inside GRE	Insertion Loss	Outside GRE	Inside GRE	Insertion Loss	Outside GRE	Inside GRE	Insertion Loss
1	95.02	80.04	15.69	95.68	80.44	15.95	103.25	83.29	20.67
2	95.73	79.91	15.46	97.79	79.20	18.23	104.18	81.83	21.99
3	95.68	80.33	16.10	96.48	80.45	16.78	103.09	83.43	20.41
AVG	**95.48**	**80.09**	**15.75**	**96.65**	**80.03**	**16.99**	**103.51**	**82.85**	**21.02**

Average Insertion Loss Over 3 Runs @ Full Power **17.92**
Specified Insertion Loss **15.00** (Section 2.3)

Asimismo, está totalmente prohibido realizar cualquier prueba de motores (turborreactores) en hangares o sitios cerrados, a menos que se cumpla con lo estipulado en el AIP. Está totalmente prohibido iniciar, correr o efectuar pruebas de motores en los puestos de estacionamiento de los muelles de pasajeros y de carga.

Figura 1. Recinto de prueba de motores
Fuente: Aerocivil

2.1.6 ESTUDIOS PREVIOS

Para la determinación de una configuración operacional adecuada para el Aeropuerto Internacional El Dorado con miras a una proyección en años; desde el año 2018 se empezó a elaborar diferentes propuestas de posibles soluciones a la congestión del tráfico aéreo que se presenta para el Aeropuerto en franjas críticas, lo anterior se estableció en mesas de trabajo con el sector aéreo, operador y Autoridad Aeronáutica. No obstante, se materializa una posible propuesta configuracional para el Aeropuerto en el mes de junio del año 2019, que fue objeto de evaluación por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, quien a su vez, es la Autoridad encargada de dar viabilidad a estos procesos. Para esta iniciativa donde se buscaba resultados operacionales en términos sostenibles, se le denominó “*Plan Piloto”*, pues requería de una serie de pasos de implementación, configuración flexible y restricciones operacionales para la recolección de información técnica y social que le permitiera a la Unidad Administrativa Especial de

Aeronáutica Civil, tomar una decisión frente al proyecto de modificación en los artículos contemplados de la Resolución 1034 y 1567 del 2015 – ANLA.

2.2 ALCANCES

La elaboración del presente proyecto de Estudio de Impacto Ambiental - EIA para la modificación de licencia ambiental en el Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" de la ciudad de Bogotá D.C., se relaciona únicamente con la evaluación ambiental de los posibles impactos generados por la modificación horaria y configuración de las pistas para la operación aérea, así como la extensión horaria de permisibilidad en el uso de recinto prueba de motores y que son objeto de aprobación por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA de conformidad con los Objetivos del EIA (*Véase Capítulo 1 - Objetivos*). Lo anterior, mediante la disposición de métodos estandarizados internacionalmente en el desarrollo ambientalmente sostenible de la aviación civil.

Por lo anterior se presenta ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, el Estudio de Impacto Ambiental EIA y el Plan de Maneja Ambiental PMA, elaborado de conformidad con lo establecido por los Términos de Referencia para la "*ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES Y NUEVAS PISTAS EN LOS MISMOS*" (MADS, ANLA, Resolución 0114 de 2015) junto con la metodología de la Resolución No. 1402 del 2018 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible *"POR LA CUAL SE ADOPTA LA METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES."* que contienen la formulación de los respectivos Planes y Programas Ambientales.

2.3 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto sobre los términos de referencia en el estudio de impacto ambiental – EIA para proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos; se realiza bajo las especificaciones determinadas en la Resolución No. 1402 del 2018 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible *"Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones."* En donde a continuación se disponen las características de elaboración para cada componente en los términos de referencia realizado para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

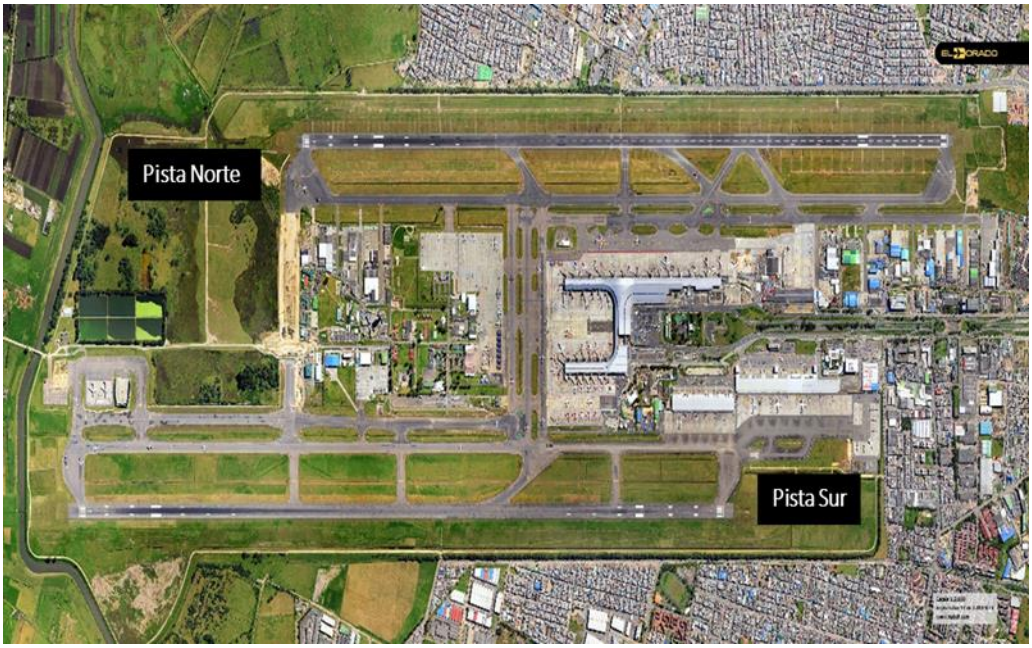


Ilustración 3-1. Foto satelital Aeropuerto Internacional El Dorado, 2018.
Fuente: www.El Dorado.aero.

El Aeropuerto Internacional El Dorado - Luis Carlos Galán Sarmiento, código IATA: BOG, código OACI: SKBO, se encuentra localizado a 12 km del centro de la ciudad de Bogotá D.C, en las coordenadas 04° 42’ 05.76” latitud norte y 074° 08’ 49.00” longitud occidente, con respecto al Punto de Referencia de Aeródromo (ARP) que está a una elevación de 2548,16 metros sobre el nivel del mar.

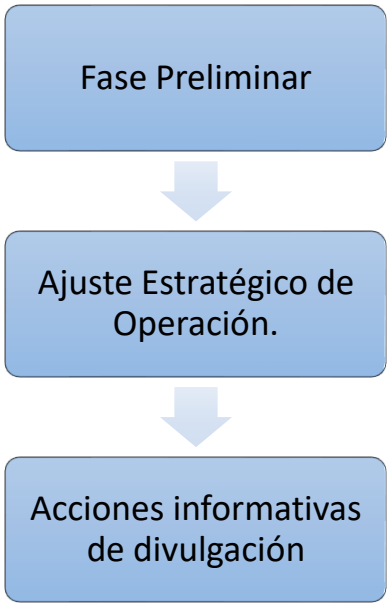
El área del Aeropuerto es de aproximadamente 966,14 hectáreas concesionadas y no concesionadas, distribuidas en varias zonas que en conjunto son requeridas para el normal funcionamiento y operación en aire como en tierra de la terminal aérea. Esta área se encuentra localizada en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) 117 – Aeropuerto (744 hectáreas) de la localidad de Fontibón (3326 hectáreas) en la parte noroccidental de Bogotá D.C. Limitando al norte con la UPZ 74 - Engativá (587 hectáreas) de la localidad de Engativá, al oriente con la UPZ 115 - Capellanía (272 hectáreas) de la localidad de Fontibón y UPZ 116 – Álamos (200 hectáreas) de la localidad de Engativá, al occidente con la ribera del Río Bogotá y la vereda La Florida (1267 hectáreas) del municipio de Funza, y al sur con la UPZ 75 – Fontibón Centro (496 hectáreas) y UPZ 76 – San Pablo (360 hectáreas) de la localidad de Fontibón.

3.1.1 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

La ejecución del proyecto de modificación de Licenciamiento Ambiental que cuenta el Aeropuerto Internacional El Dorado mediante la Resolución 1034 y 1567 del 2015 por parte de ANLA, se ejecutará en dos fases atemporales: preliminar, y ejecución operativa.

3.1.1.1 Fase Preliminar:

Esta fase comprende y destaca todas las actividades previas al inicio de ejecución operativa de la propuesta planteada de modificación, donde involucra principalmente aspectos informativos y de educación actores de interés del sector con comunidades del área de influencia:



Fuente: Elaboración propia del estudio.

3.1.1.1.1 Ajuste Estratégico de operación.

Esta fase comprende actividades enmarcadas a la elaboración de estrategias y aplicación de las mismas con el fin de garantizar la ejecución del esquema de configuración operacional del Aeropuerto Internacional El Dorado según las diferentes dependencias que ejecutan labores operativas. Luego entonces, todo personal involucrado y previsto para la ejecución de cambio de esquema operativo, será instruido e informado de las acciones, restricciones y medidas a realizar posterior a la fase preliminar del proyecto.

Adicional, el proyecto es concertado con varios actores especializados en la operación aérea garantizando la ejecución y factibilidad del cambio de esquema operativo de la configuración de las pistas, asimismo, el proyecto cuenta con una estrategia previa de ajustes requeridos que se aplicaran en el cambio de horario de mantenimiento de pistas, ajustando las horas a intervenir por el personal designado y proyecto que ejecuta tales labores de forma constante al interior del aeropuerto; cambio de horario de operación de las pistas, ajustando por parte del personal de controladores aéreos la disposición y

distribución de carga operacional en las pistas, de igual forma los SLOT[9] serán ajustados a los horarios del proyecto.

De esta forma se garantiza que, se ejecuten los procesos de ajuste estratégico de los intervinientes en la modificación del esquema de configuración operacional del Aeropuerto Internacional El Dorado. Así, como todas las medidas de manejo ambiental dispuestas en la ejecución del proyecto en una fase preliminar.

3.1.1.1.1.1 **Operación Resolución 1034 del 2015, Aeropuerto Internacional El Dorado**

En esta parte de describe las actividades propias de la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y configuración de pistas, que a su vez generan impactos ambientales en función de su interacción con el medio físico y abiótico.

Como se explicó en la descripción del proyecto, las áreas de un aeródromo se dividen en lado aire y lado tierra, y por ende las actividades que se desarrollan en estás también se circunscriben a operación lado aire y operación lado tierra, como se explican a continuación. La configuración de pistas y operación se presenta en un numeral aparte, debido a la importancia que representa en él proyecto, aunque estas hagan parte de lado aire.

3.1.1.1.1.2 **Configuración de pistas previo a la implementación del Proyecto.**

La orientación de las pistas es crucial para la operación de un aeropuerto y en la elección interviene la dirección del viento, las condiciones meteorológicas y otras variables de índole de seguridad operacional aérea. En relación con el viento, es importante que este incida frontalmente en la aeronave, durante la operación de despegue y la operación de aterrizaje, y con las condiciones meteorológicas como bancos de niebla o tormentas eléctricas, prima la configuración que mayor seguridad operacional brinde a la operación.

A continuación, se describen de manera gráfica y conceptual las posibles configuraciones que se pueden presentar o ejecutar en el Aeropuerto Internacional El Dorado, debido a los procedimientos elaborados para el espacio aéreo TMA SKBO[10].

- **Configuración Oriente:** La configuración operacional de pistas 13L y 13R son usadas para el despegue y el aterrizaje, realizando la operación en sentido occidente a oriente (Aterrizajes sobrevolando el sector rural del municipio de Funza y despegue en sobrevolando la ciudad de Bogotá D.C.). Esta configuración es la más favorable del aeropuerto debido a las condiciones aceptables de comportamiento de rosa de viento, asimismo es favorable debido a las radioayudas para la navegación aérea, el aterrizaje, y el sistema de luces de aproximación y pista, los cuales permiten la operación del aeropuerto en condiciones de visibilidad reducida.

[9]Corresponde a una Autorización Administrativa para la entrada o salida de aeronaves en un aeródromo dentro de un horario estipulado para cada aeropuerto
[10] Abreviación aeronáutica para referirse al área de la terminal aérea de Bogotá.

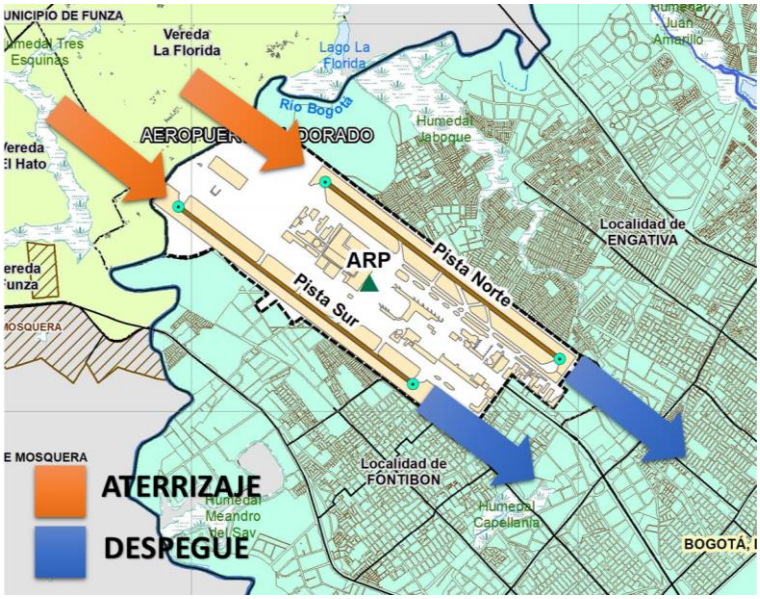


Ilustración 3-2 Configuración de pistas 13 L/R – Oriente.
Fuente: Elaboración propia del estudio

- **Configuración Occidente:** La configuración operacional de las pistas 31R y 31L, son usadas para el despegue y aterrizaje, realizado la operación en sentido oriente a occidente (Despegues sobrevolando el sector rural del municipio de Funza y Aterrizajes sobrevolando la ciudad de Bogotá D.C.). Esta configuración es empleada cuando la rosa de vientos tiene predominancias o de mayor intensidad en dirección nor-occidente, según las condiciones climatológicas lo determinen. Ambas pistas poseen sistemas de radioayudas para la navegación aérea; sin embargo, el diseño de procedimientos y el sistema de luces de aproximación no presenta la correcta adecuación para esta configuración, por lo cual esta operación en horario nocturno, no posee las mismas características de seguridad operacional que la configuración 13 L/R; por ende, generalmente este procedimiento se hace con aeronaves que contengan tecnología de sistemas PBN.

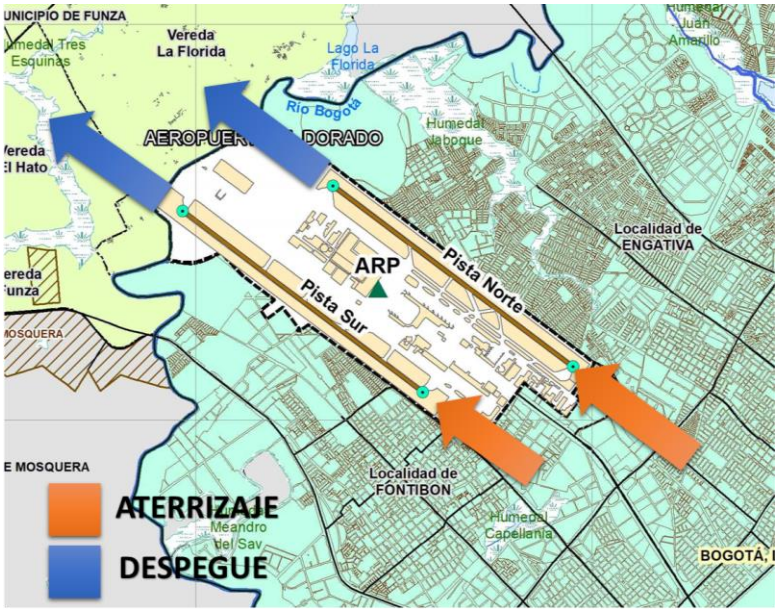


Ilustración 3-3 Configuración de pistas 31 L/R – Occidente.
Fuente: Elaboración propia del estudio

- **Configuración Enfrentada:** Es la configuración empleada 13L y 13R para el aterrizaje de aeronaves sobrevolando el municipio de Funza en su sector rural y la configuración 31R y 31L para despegue de las aeronaves sobrevolando el sector rural del municipio de Funza. Este tipo de configuración debe emplear lapsos amplios de tiempo entre las aeronaves de despegue y las de aterrizaje por sus procedimientos de seguridad operacional, que como resultado significa menor capacidad y número operacional en el Aeropuerto.

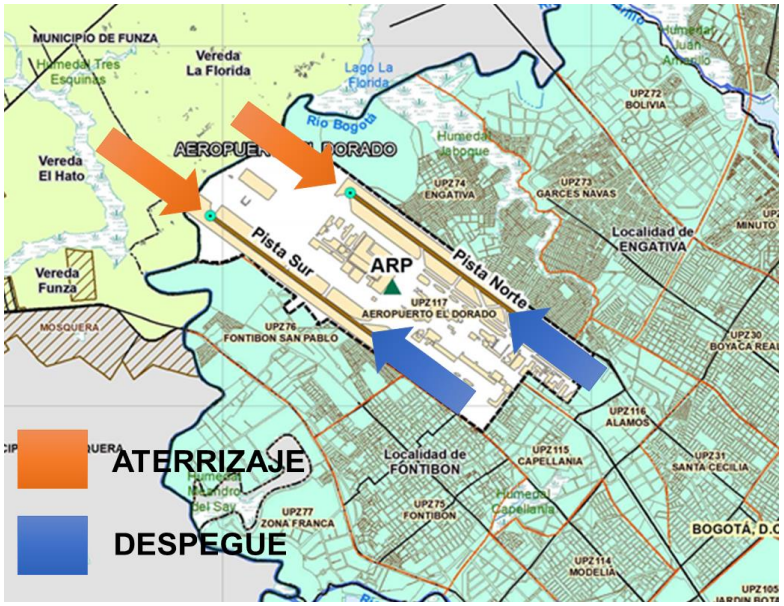


Ilustración 3-4 Configuración Enfrentada 13 L/R, Aterrizaje – 31 L/R, Despegue.
Fuente: Elaboración propia del estudio

En condiciones normales de operación (la superficie de la pista seca o mojada con acción de frenado buena), la configuración oriente será preferente siempre que la componente de en el viento de cola no supere los 5 nudos[11].

- **Evaluación de condiciones meteorológicas preexistentes.**

Las condiciones climatológicas y meteorológicas, de igual forma se han analizado en la fase preliminar debido a que esta característica incide fundamentalmente en la operación de cualquier Aeródromo. Para el caso de este proyecto, se realizaron los análisis provenientes directamente de la estación meteorológica que tiene el Aeropuerto por parte del IDEAM[12], dada la importancia de este a nivel Nacional; de tal modo que el estudio estadístico de los vientos predominantes, se evaluaron mediante los datos que son tomados de los reportes horarios METAR desde el 01 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2019 y se muestra la incidencia prevalente de los vientos, adicionalmente las dinámicas que se presentan del viento son posibles que en una hora puede subir o bajar de intensidad repentinamente y cambiar bruscamente su dirección esto por múltiples factores (microclimas, zonas templadas, ubicación geográfica y del terreno, entre otras.), sin embargo con el promedio dan un acercamiento a la realidad de la prevalencia de los mismos.

En la siguiente imagen, se puede observar Rosa de los Vientos con datos del 2013 al 2019 por cada hora, de esta forma los resultados enseñan que los vientos son predominantes del N / NEN se intensidad moderada; la mayor parte del tiempo y viento máximos reportados de 11 nudos hacia esos sectores. Adicional se pudo determinar que los vientos por encima de 12 nudos se dan en los otros cuadrantes llegando a intensidades de 20 nudos, sobre todo de dirección E, ESE y SE, en un porcentaje no despreciable y sobre todo en los meses de diciembre y enero, los vientos son de procedencia del S, SW, WSW, lo que genera que solo en este corto periodo de tiempo se llegue a presentar operación de la configuración de las pistas en 31 L/R, sin embargo la mayor parte del tiempo del año por las características meteorológicas la preferencia por seguridad operacional es la de utilización de configuración de las pistas 13 R/L.

[11] Nudo: Unidad de medida de velocidad, utilizada tanto para la navegación marítima como aérea, equivalente a una milla náutica por hora (1852 m/h)
[12] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ilustración 3-5. Predominancia global de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado.

Fuente: Grupo de Servicios de Meteorología Aeronáutica.

Analizando la franja horaria de las 10:00 pm HL a las 05:00am HL se observa que los vientos en su gran mayoría provienen de SE,E,NE,N lo que favorece a operación de la configuración operacional de las pistas 13 L/R en procedimiento de aterrizaje de las aeronaves; este hecho no quiere decir que no se presentan vientos del W, SW, lo que sucede es que no son tan frecuentes según el análisis del comportamiento estadístico de los datos evaluados, adicionalmente si se llegase a operar la configuración de las pistas en 31 L/R para la noche, se podría entonces presentar la incidencia del viento por corrientes que provienen de los cerros orientales que rodean la ciudad de Bogotá D.C. ya que, el aire de lo alto de la montaña se enfría antes por la menor inercia térmica de las cumbres con respecto a la parte baja y el aire fresco baja por la ladera, lo que originaria vientos de cola para la configuración de las pistas 31 L/R de fuerte intensidad que no son registrados por los equipos en tierra, debido a que el punto de evaluación es al interior del aeródromo y el procedimiento que realiza una aeronave en esta configuración, obliga a tener una cercanía mayor a los cerros generando en ocasiones (que dependen del estado meteorológico diario) mayor o menor, pero siempre un riesgo operacional para la tripulación.

Ilustración 3-6. Predominancia 22:00 HL a 05:00 HL de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado.
Fuente: Grupo de Servicios de Meteorología Aeronáutica.

Para la franja horaria de las 05:00am HL a las 06:00 am HL, el comportamiento evidenciado es similar al ya mencionado en la franja horaria nocturna; el cual involucra una preferencia de utilización de pistas en configuración 13 L/R. Lo anterior a partir de los datos estadísticos analizados desde el 2013.

Ilustración 3-7. Predominancia 05:00 HL a 06:00 HL de Rosa de Vientos. Aeropuerto Internaiconal El Dorado.
Fuente: Grupo de Servicios de Meteorología Aeronáutica.

En conclusión por el movimiento del viento en la sabana de la ciudad de Bogotá D.C. la configuración prevalente por seguridad operacional a partir de los registros y condiciones meteorológicas deben ser las pistas en su configuración13 L/R, no obstante, no se incide necesariamente que no se necesiten o se utilicen las pistas en su configuración 31 L/R, ya que tal como se observó en las gráficas, un porcentaje de aproximadamente el 30% de los días en la tarde, se debe utilizar estas pistas, sobre todo los meses de noviembre, diciembre y enero y en lagunas ocasiones en los periodos de lluvia al haber condiciones convectivas. El E de la estación, en la noche y la madrugada se reduce al 5% la posibilidad de usar configuración 31, claro esto con la estadística del viento, pero el uso de una u otra cabecera por diferentes condiciones, que no solo son de tiempo atmosférico, es de decisión del control.

- **Evaluación de emisiones de ruido producto de la operación aérea.**

Dada la pertinencia de las condiciones particulares sobre emisiones de niveles de presión sonora que genera cada aeronave debido a sus características propias (tipo de motor, tecnología, performance, año de fabricación, etc.), se establece la inclusión como medida de manejo y control ambiental sobre dichas emisiones, el Sistema de Cuota de Ruido (QC).

Este sistema se ha implementado en varios aeropuertos de orden internacional, en especial si cuentan con cercanía a asentamientos poblacionales. Entre los años de 1962 a 1993 las operaciones del Aeropuerto de Heathrow se limitaban a un límite máximo para el periodo catalogado como nocturno; es así que para el año de 1993 anticipándose a futuras restricciones, se introduce un sistema basado en la distinción según el certificado de ruido de cada aeronave generando así el indicador QC (Quota Count) siendo este el primer país y aeropuerto en acoger dicha medida de regulación aeronáutica para los operadores aéreos.

Es entonces que la cuota de ruido se define y propone como un método restrictivo de operación por el impacto de ruido que producen las aeronaves en sus condiciones operativas, de ingeniería de diseño y de fabricación. Lo anterior definido para las franjas horarias sensibles en la población aledaña al Aeropuerto Internacional El Dorado. Este sistema consiste en la definición de una variable, “Cuota de Ruido (Quota Count)”, para cada aeronave y que depende del procedimiento de aterrizaje o despegue, acatándose en función de los niveles de ruido efectivo percibido y certificado (EPNdB) de acuerdo con la metodología y parámetros establecidos por el Anexo 16 – “Protección al medio ambiente”, Volumen I – “Ruido de las aeronaves”, para luego aplicar los siguientes valores asignados de cuota de ruido:

Tabla 3-1. Valores aplicables para el Sistema de Cuota de Ruido (QC).

Clasificación de los niveles de Ruido (EPNL)	Cuota de conteo.
Menos de 84 dB EPNL	Exentó de conteo
84 – 86.9 dB EPNL	0.25
87 – 89.9 dB EPNL	0.5
90 – 92.9 dB EPNL	1
93 – 95.9 dB EPNL	2
96 – 98.9 dB EPNL	4
99 – 101.9 dB EPNL	8

Mayor a 101.9 dB EPNL	16

Fuente: Elaboración propia del estudio – adaptada.

Luego entonces, obteniendo los resultados de niveles de ruido en certificado que genera cada aeronave, y que según el RAC 4 “NORMAS DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIÓN DE AERONAVES 4.18.10. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DE AERONAVES PARA LA ATENUACIÓN DEL RUIDO”, entre otras normas del Reglamento Aeronáutico de Colombia. “*(…) Toda aeronave llevará un documento que acredite la homologación por concepto de ruido (…)”;* es propio aplicar por cada operador aéreo y en seguimiento ambiental que realizará la Aerocivil, la aplicación del Sistema de Cuota de Ruido en restricción para franjas horarias establecidas a partir de la evaluación.

- **Valoración de estándar de emisiones de ruido producto de la operación aérea.**

Con el análisis de pertinencia en los resultados de la red monitoreo sobre los niveles de presión sonora mediante el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental, instaurado para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. desde el año 2015. Permitió establecer que las aeronaves con mayor nivel de exposición sonora asociado a indicadores acústicos de eventos tales como (SEL, LAmax, PNL, LAeq, entre otros), son aquellas aeronaves que su cuota de ruido por certificado propio están en el margen de 4 o superior. Lo anterior coincide con las restricciones de referencia que indican otros aeropuertos internacionales con características particulares a la de la terminal aérea de Bogotá D.C. y de aplicación del Sistema de Cuota de Ruido (QC) estableciendo especial atención de restricción en periodos a aquellas aeronaves que están en el rango de 4 o superior.

El aumento de las operaciones áreas en Colombia, llevó al Gobierno Nacional junto a la Aeronáutica Civil, la implementación del Slot, para los aeropuertos de mayor afluencia y operación área del país, de acuerdo con lo estipulado con la OACI y las leyes y normas nacionales se creó el Servicio Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo (ATFM) y con ello el método de asignación de slot en el cual, se incluyen múltiples factores que incurren en su asignación. A continuación, se muestra la organización de afluencia del tránsito aéreo del país y del Aeropuerto Internacional El Dorado, ya que este es el aeropuerto con mayor cantidad de operaciones de Colombia.

- **Organización de la afluencia del tránsito aéreo**

Debido a la alta afluencia de pasajeros y aeronaves en el Aeropuerto Internacional El Dorado, es necesario el uso del Slot, el cual se define de según el RAC 1 de los Reglamentos aeronáuticos de Colombia, como un permiso otorgado por un coordinador para una operación prevista, que permita utilizar toda la infraestructura aeroportuaria necesaria para aterrizar o despegar en un aeropuerto de Nivel 3 en una fecha y hora especifica. Un Aeropuerto de nivel 3 es aquel donde es necesario que todas las aerolíneas y de más operadores de aeronaves dispongan de un Slot asignado por un coordinador para poder aterrizar o despegar en el aeropuerto durante periodos en que tiene lugar la asignación del slot.

3.1.1.1.1.2.1 Vinculación restricción por cuota de ruido y sistema Score.

A partir del 01 de Febrero de 2017 la FCMU COLOMBIA inicio la prestación del servicio desde las instalaciones del **C**entro de **G**estión **A**eronáutico de **C**olombia por sus siglas "**CGAC"**, desde allí se prestan los servicios propios de la FCMU tales como gestión y control de afluencia de transito con los diferentes sistemas automatizados; La UAEAC en el año 2014, contrató la adquisición, instalación y puesta en servicio de un sistema automatizado, para la coordinación de slot denominado PDC SCORE de la compañía PDC –AVIATION que entró en operación a comienzos de 2015 para la coordinación de slot aeroportuarios para la fase de planificación estratégica.

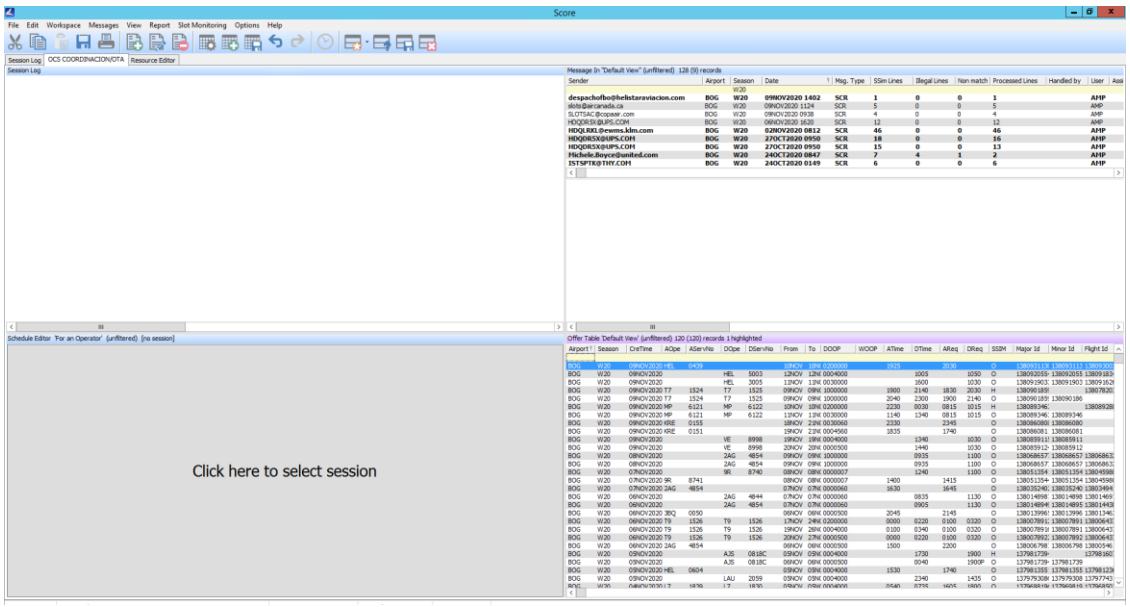


Ilustración 3-47. Programa SCORE
Fuente: PDC – SCORE

Un slot aeroportuario es un permiso otorgado por un coordinador para una operación programada, que permite utilizar toda la infraestructura aeroportuaria necesaria para realizar salidas o llegadas en un aeropuerto de Nivel 3 en una fecha y horario específicos.

PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DE SLOT ATFM

El proceso de gestión de SLOT ATFM hace parte exclusivamente de las fases de planificación ATFM denominadas pre táctica y táctica.

Tabla 3-14 Fases Slot

FASES	ACTIVIDADES
FASE PRE TACTICA	Preparación para el cargue en el sistema Harmony de intención de vuelo con Slot Aeroportuario del Sistema PDC SCORE
	Identificación de restricción ambiental por cuota de ruido

	Cargue en el sistema Harmony de intención de vuelo con Slot Aeroportuario del Sistema PDC SCORE por parte de la OCS
	Cargue en el sistema Harmony de intención de vuelo con Slot Aeroportuario del Sistema PDC SCORE por parte de los AO.
FASE TÁCTICA	Implementación TMI para asignación del SLOT ATFM
	Procesos de sustitución de slot ATFM y nuevas solicitados

Fuente: Adaptación AIP CO3 propia del estudio

IDENTIFICACIÓN DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL POR CUOTA DE RUIDO

Dentro de la información de entrada solicitada por el sistema PDC SCORE para autorizar de forma automática los slots aeroportuarios se debe presentar:

- Hora
- Fecha
- Destino
- Matricula de aeronave

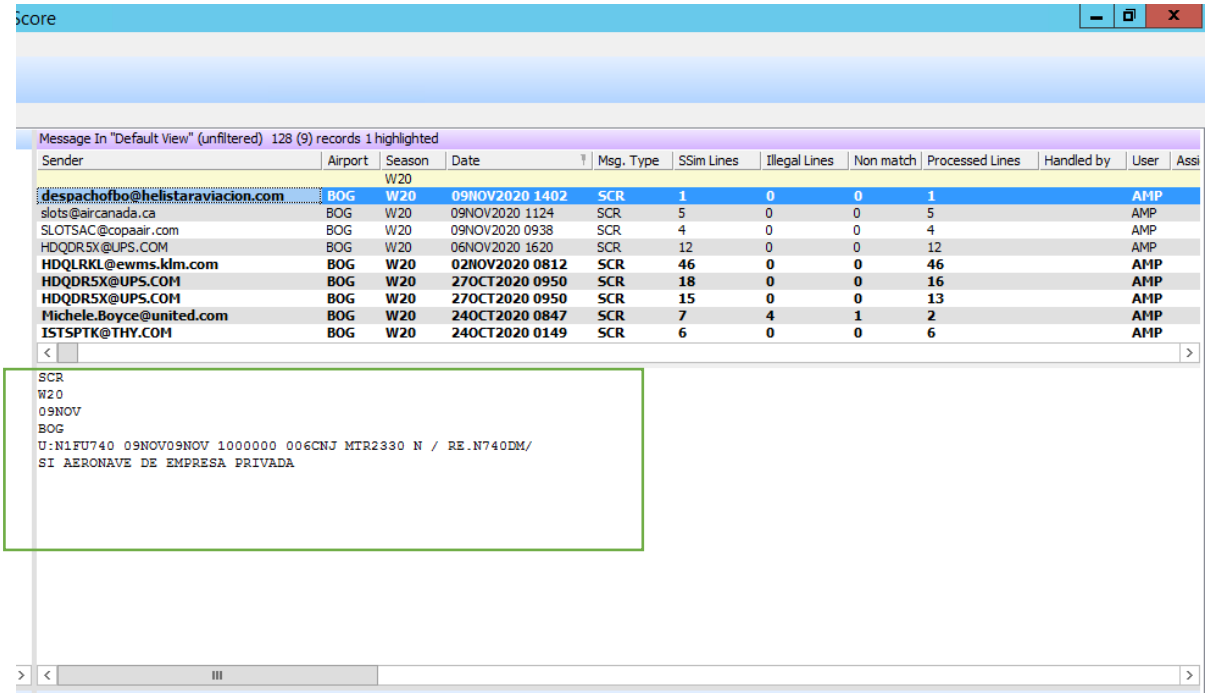


Ilustración 3-48. Solicitud slot aeroportuario
Fuente: PDC – SCORE

Posterior se establecen las franjas horarias y el tipo de aeronave que tendrá restricción por cuota de ruido (QC 4), según lo solicitado por el programa

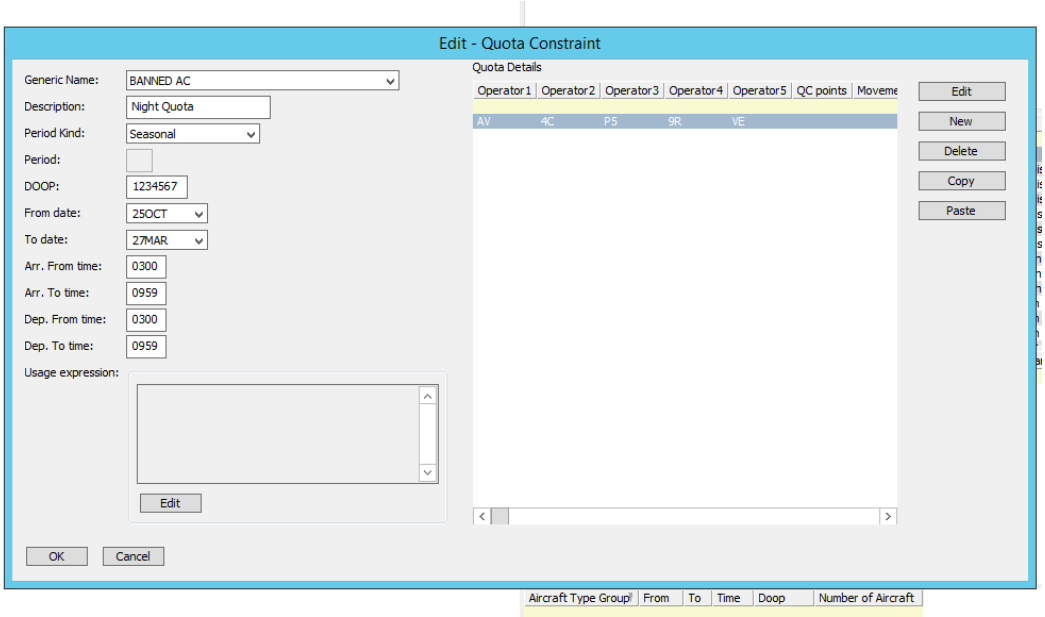


Ilustración 3-49. Solicitud slot aeroportuario
Fuente: PDC – SCORE

Es de esta manera que se aprueba los slots y automáticamente se carga la información a HARMONY de los slots sin restricciones ambientales

- **Configuración operacional de pistas preexistentes.**

A continuación, se describe la configuración operacional de las pistas previa a la implementación del Proyecto aprobada y ratificada en el artículo primero de la Resolución 1034 del 2015 y 1567 del 2015 por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales; en donde se destacan las horas de restricción operacional de las pistas en franjas horarias diferentes, objeto de cambio por la presentación de este proyecto.

Primera Pista (13L -31R – Pista Norte):

- 06:00 a 22:00 HL configuración oriente, sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
- 22:01 a 23:59 HL configuración oriente, operaciones sobrevolando la ciudad.
- 00:00 a 05:59 HL configuración enfrentada, con prohibición de realizar sobrevuelos sombre la ciudad de Bogotá D.C

Segunda Pista (13R – 31L – Pista Sur):

- 06:00 a 22:00 HL configuración oriente, sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
- 22:01 a 23:59 HL, aterrizaje sin sobrevolar la ciudad, sentido occidente a oriente.

– 00:00 a 05:59 HL configuración oriente, operación bajo las siguientes restricciones: las operaciones de se realizarán con configuración enfrentada, despegues 100% sentido oriente a occidente, sin sobrevolar la ciudad y aterrizajes 100% en sentido occidente a oriente.

- ***Excepciones***

"…*Podrán operar en la pista (13L - 31R) y en la pista (13R - 31L) del Aeropuerto, en cualquier horario, las aeronaves de todo tipo que tengan que utilizar dicho terminal, como aeropuerto alterno por motivos meteorológicos, técnicos o de seguridad durante el periodo en que permanezcan dichas razones y que afecten la seguridad del vuelo, así mismo podrán operar en todo momento las aeronaves que operen en misiones de ayuda médica, desastres u otras clases de emergencia y vuelos especiales del Ministerio de Defensa...*".

3.1.1.1.1.3 Lado Aire Operación

A continuación, se describen los sectores y/o acciones a desarrollar en la fase preliminar y que son de orden de presentación de servicios aeronáuticos a cargo de la Aerocivil (Torre de control, RADAR Y SAR) para el lado aire de la operación del Proyecto. Los servicios incluyen, movimiento dentro del aeropuerto, operaciones y el mantenimiento de la infraestructura del lado aire.

Torre de Control

Técnicamente la Torre de Control del Aeropuerto Internacional El Dorado, es una edificación de gran altura, en la cual se gestiona (dirige y controla) el tráfico aéreo, por ende, lo que verdaderamente interesa es por ende el servicio control del tráfico aéreo o ATC (Air Traffic Control). En términos generales el ATC del Aeropuerto El Dorado se encarga de controlar y vigilar los decolajes, aterrizajes y los movimientos desde y hacia los sitios de parqueo de las aeronaves y vehículos dentro de las áreas de movimiento.

Por lo anterior y dadas las actividades de gran importancia que conllevan el personal encargado y que se mantiene operativamente en las instalaciones de la Torre de Control, para la continua ejecución de este Proyecto y de la operación aérea y en tierra del Aeropuerto Internacional El Dorado; se realizarán jornadas de capacitación y talleres valorativos continuos para establecer, aclarar y mantener capacitado a todo el personal perteneciente al ATC, sobre las condiciones particulares que se deben emplear previo a la ejecución del proyecto tales como restricciones horarias, restricciones ambientales, configuración operacional de pistas, y todas las actividades que se consideren de previa planificación a la fase operativa.

Movimientos de aeronaves desde los sitios de parqueo

Dependiendo del tipo de aviación, las aeronaves pueden permanecer en distintas zonas del aeropuerto, como por ejemplo en hangares privados, hangares de aerolíneas, plataformas

comerciales (carga y pasajeros), hangares y plataformas de entidades adscritas al Ministerio de Defensa de Colombia (Fuerza Aérea, Ejército, Armada y Policía). Independientemente del tipo de aviación, para que una aeronave pueda moverse desde las plataformas hacía las calles de rodaje y, a su vez desde las calles de rodaje hasta alguna cabecera de las pistas, se debe solicitar autorización al ATC; en el cual es el personal que deberá ser capacitado como se mencionó con anterioridad.

Movimientos de aeronaves hacia los sitios parqueo

Cuando una aeronave aterriza en el Aeropuerto, independientemente de la cabecera que haya utilizado, necesita abandonar pista lo más pronto posible y dirigirse a su lugar final de parqueo. Para ello el ATC le autoriza al piloto la calle de rodaje para el abandono de pista y dependiendo del sitio final de parqueo, también le asigna la(s) calle(s) de rodaje por la cual(es) se deberá desplazar hasta llegar a este. Para el caso de vuelos comerciales de pasajeros, las aeronaves se ubican en las posiciones asignadas por el ATC, obedeciendo a criterios como el tamaño de la aeronave, la disponibilidad de puntos de parqueo, etc. Para el caso de operaciones privadas o también denominas aviación general y la aviación militar, el ATC solo tiene injerencia hasta que la aeronave deja la calle de rodaje por la cual se desplazó hasta su sitio final de parqueo, posteriormente el encargado o propietario de la aeronave, la ubica obedeciendo criterios técnicos.

Movimiento de vehículos de las zonas restringidas

La operación del Aeropuerto demanda la prestación de servicios de diferente índole, tales como soporte técnico, vigilancia, inspecciones de pista, etc, y por ende se debe transitar desde y hacia las áreas de movimiento (pistas, calles de rodaje, zonas de seguridad y plataformas), estos desplazamientos deben ser aprobados por el ATC.

RADAR

El RADAR es un equipo que se utiliza para identificar la posición en distancia y azimut de las aeronaves. Dicho radar es una radio ayuda para facilitar al ATC el desempeño de sus funciones y, de esta forma, posibilitar la prestación de mejores y más eficientes servicios de tránsito aéreo. Los controladores de aeródromo deben mantener vigilancia constante, además de sobre las aeronaves y vehículos en el área de maniobras, sobre todas las operaciones de aeronaves en las inmediaciones del aeródromo. Lo anterior corresponde a una definición del RADAR como instrumento, pero como el objetivo es puntualizarlo como una actividad a cargo de la Aerocivil, se entiende la prestación del servicio RADAR como el uso de esta radio ayuda para identificación y ubicación de aeronaves en el espacio aéreo, en este caso nos interesa únicamente la cobertura en el Área de Influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado.

Salvamento, búsqueda y rescate - SAR

Busca proveer, verificar, controlar, evaluar y mejorar a nivel táctico y operativo de manera articulada la gestión de búsqueda y salvamento – SAR, de acuerdo con la necesidad operacional en cumplimiento a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Los edificios e infraestructura presente en el aeropuerto se encuentran descrita en el numeral 3.2.1.1.1.1 Lado tierra Base de Bomberos y Base de Bombero Satélite

Control superficie

El control superficie en el Aeropuerto hace parte de las responsabilidades del ATC y consiste en controlar y autorizar todos los movimientos de aeronaves, personas y vehículos que se efectúen en el área de maniobras a excepción de la pista o pistas en uso.

Procedimiento de despegue

El ATC es el encargado de autorizar los decolajes o despegues de las aeronaves, previa solicitud hecha por cada piloto, si la torre de control no emite la respectiva autorización, las aeronaves no pueden emprender esta actividad. La autorización de despegue no solo conlleva esta actividad, también involucra otros aspectos operacionales como la dirección de vuelo, que pista y cabecera utilizar y el procedimiento a seguir.

Como tal el procedimiento de despegue es la acción por la cual una aeronave una vez esté ubicada en cualquiera de las cabeceras del Aeropuerto El Dorado, y una vez cuenta con la autorización del ATC, acelera sus motores hasta un determinado porcentaje de la potencia total. Este porcentaje depende del tamaño, peso y tipo de avión. A razón del aumento de potencia, la aeronave gana velocidad súbitamente hasta alcanzar la denominada velocidad de despegue, la cual soportada en principios aerodinámicos provoca que esta se eleve del suelo.

La indicación de utilización de procedimientos aéreos del espacio aéreo TMA de Bogotá, serán socializados con el fin de detallar las restricciones contempladas en la ejecución del proyecto; con ello se prevé que todos los operadores aéreos establezcan en sus cartas de navegación aéreas y el personal ATC, las condiciones operativas que deben desarrollar en sus procedimientos de despegue en la terminal aérea.

Procedimiento para aterrizajes de aeronaves

Al igual que ocurre con los despegues, los aterrizajes son autorizados por el ATC, previa solicitud hecha por los pilotos, y también se establece la pista y cabecera a utilizar para esta actividad. Por tal razón, se destacarán una serie de socializaciones y capacitaciones al personal sobre las características operativas a desarrollar en la fase de ejecución operativa del proyecto.

Sin entrar en tantos detalles técnicos, el proceso de aterrizaje demanda varias fases que aseguran el desarrollo de la actividad en términos de seguridad operacional. El aterrizaje debe ser autorizado por el ATC, e inicia con un descenso continuado, reduciendo la velocidad siguiendo los procesos establecidos para el Aeropuerto Internacional El Dorado, hasta que el tren de aterrizaje toque la superficie de la pista asignada.

Maniobra de aproximación frustrada

De acuerdo con la parte decimotercera de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – RAC, la maniobra de aproximación frustrada iniciara cuando en una aproximación por instrumentos no se ha establecido la referencia visual en la altura de decisión por condiciones meteorológicas o por problemas presentes en la pista de aterrizaje, por lo cual

la tripulación y el ATC procede a realizar el procedimiento de aproximación frustrada. En las cartas de aproximación por instrumentos descritas en el AIP – SKBO, se indica la altura decesión y los pasos a seguir durante el proceso de aproximación frustrada para cada instrumento de aproximación (Radioayuda, Sistemas Satelitales), de la pista norte 13L/31R y pista sur 13R/31L.

Procedimiento para abandono de pista

Posterior al aterrizaje, las aeronaves deben abandonar la pista utilizando la calle de rodaje que le asigne el ATC, para dirigirse a su sitio final de parqueo, teniendo en cuenta el alto flujo de operaciones en el Aeropuerto Internacional El Dorado, es fundamental lograr el máximo aprovechamiento de las pistas y reducir el tiempo de ocupación de las mismas.

Procedimientos de atenuación de ruido

Sin importar las condiciones objeto de cambio de las pistas y sentido de operación de este proyecto; los procedimientos de abatimiento de ruido deben ser ejecutados por cada aeronave que opere en el Aeropuerto Internacional El Dorado, estos obligan a los explotadores de aeronaves con el cumplimiento de la responsabilidad de operar sus aeronaves según lo establecido en el Anexo 16 al Convenio de la Aviación Civil Internacional, asimismo como el de incorporar estos procedimientos como parte de la rutina en el funcionamiento de la aeronave, incluirlos en sus programas de entrenamiento, en especial el uso adecuado del reversible y verificarlos sobre la operación en el Aeropuerto. EL MANUAL DE OPERACIÓN (MGO) contendrá las instrucciones relativas a la operación de la aeronave, tendientes a reducir al mínimo el impacto sonoro de los aterrizajes y despegues, además de las instrucciones descritas en el AIP-AD-SKBO.

Procedimiento para uso de APU'S.

Los equipos APU (Auxiliary Power Unit), como su nombre lo indica es una unidad auxiliar de potencia que suministra energía eléctrica, neumática y aire acondicionado a los aviones en tierra. Como se encuentra consignado en el Manual de Atenuación de Ruido del Aeropuerto Internacional El Dorado, Está prohibido el uso del APU, por periodos superiores a los cinco (5) minutos, en los puestos de estacionamiento, plataformas, hangares o sitios cerrados, para aeronaves catalogas por su certificado de ruido "Capítulo 3 de ruido"; las aeronaves "Capítulo 4 de ruido o superior" están exentas de un tiempo máximo de uso debido a ser menores los niveles de ruido. Se exceptúa en las aeronaves de Estado ubicadas en las plataformas militares o de Policía que operan en El Dorado, cuando se requiera y durante misiones de orden público.

Cuando por motivos operacionales, una compañía requiera de un mayor tiempo de operación del APU, podrá ser autorizada por el ATC por un periodo máximo de quince (15) minutos y las razones deberán ser justificadas, en un plazo de (48) cuarenta y ocho horas por el explotador de la aeronave ante la Secretaria de Sistemas Operacionales de UAEAC.

El personal de plataforma será entonces a manera informativa, capacitado sobre las restricciones ambientales y operativas que se ejecutaran en este proyecto.

Procedimiento de parqueo

El procedimiento de parqueo consiste en ubicar las aeronaves en las ubicaciones destinadas y adecuadas para tal fin, siguiendo las indicaciones de señalización de las áreas de movimiento.

Mantenimiento de drenajes

El Aeropuerto Internacional El Dorado tiene un sistema de drenajes compuesto entre otros por canales abiertos que recolectan las aguas lluvias de las pistas, calles de rodaje y plataformas, y por gravedad la descargan al río Bogotá. Para garantizar que la lámina de agua drene de forma eficiente y así se eviten posibles inundaciones, se llevan a cabo actividades periódicas de rocería en las paredes de los canales.

Manteamiento de zonas de seguridad

Las pistas del Aeropuerto El Dorado cuenta con unas zonas o franjas de seguridad, que son áreas niveladas y con estructura en tierra y césped que circundan dichas pistas, destinadas a proteger a una aeronave que esté operando en ellas y a reducir el riesgo de daño en casos en que accidentalmente se salga de éstas.

Mantenimiento de jarillones

El Aeropuerto Internacional El Dorado cuenta con dos (2) barreras de ruido forestales (jarillones), ubicadas paralelamente a las pistas, con una altura promedio de 5 m desde el eje de las mismas, elaborados en tierra apisona, recubiertos con grama y en su base menor o coronación cuentan con árboles frondosos. El mantenimiento de estos jarillones consta de rocería en las paredes de los mismos, poda y tala (si se requiere) de los árboles que coronan la estructura.

Mantenimiento de pistas, calles de rodaje y plataformas

El mantenimiento reduce en gran medida el desgaste de las instalaciones y amplía su vida útil de funcionamiento. Los trabajos de mantenimiento de mayor importancia que se presentan son:

Reencarpetado, bacheo y tendido de morteros en pistas y calles de rodaje, reposición de las losas de concreto de las plataformas. Sellados y reparación de juntas y grietas. Señalamiento horizontal (pintura) en pistas, calles de rodaje y plataformas, limpieza de objetos sobre las pistas, limpieza y mantenimiento de las aéreas ni pavimentadas (strips) y áreas de seguridad en Extremo de pista.

El mantenimiento de pistas, calles de rodaje y plataformas, es de gran importancia para la seguridad operacional de las aeronaves y el aeropuerto, garantizando la vida y seguridad de pasajeros, tripulación, personal del aeropuerto y ciudadanos alrededor del mismo, ya que una mala práctica de lo ya mencionado puede generar un desastre.

Ilustración 3-503-8 Daños en pista ocasionados por aeronaves.
Fuente: tomada de https://ivaomx.wordpress.com/2011/03/30/numero-de-clasificacion-de-pavimento-pcn/; https://twitter.com/torre_dorado/status/1198052471454781441/photo/1

El Aeropuerto Internacional El Dorado, cuenta con contratista encargado del mantenimiento de las pistas, calles de rodajes y plataformas. Estas actividades implican inspección, servicios y reparación; lo cual garantiza los estándares internacionales de seguridad operacional para la operación de aeronaves y aeródromos. Estas actividades se desarrollan de acuerdo con la dinámica horaria que se ha venido realizando en los últimos años y que interfiere menos con la actividad aérea del aeropuerto, las actividades de mantenimiento se desarrollan en la franja horaria de las 00:00 horas hasta las 05:00 horas durante 15 días, alternado pista norte y pista sur.

Por tal motivo, se realizarán capacitaciones al personal del contratista de estas actividades con el fin de que adecuen los horarios de trabajo a la configuración que tiene prevista cada pista en la fase de ejecución operativa del proyecto; garantizando el mantenimiento preventivo y de seguridad operacional.

La operación aérea no se debe ver afectada por las actividades de mantenimiento, ya que esta busca la seguridad operacional, por lo cual se debe tener en cuenta en las restricciones operacionales y en la aplicabilidad a la hora del manteamiento del lado aire.

Instalación, manteamiento y operación de radioayudas y ayudas visuales

El Aeropuerto Internacional El Dorado cuenta con equipos radioeléctricos, destinados a optimizar el proceso de navegación, instaladas en el aeródromo y en zonas estratégicas próximas a él, estos transfieren información que permiten a las aeronaves guiarse. El funcionamiento de las radioayudas consiste en una emisión constante de ondas de radio, estas ondas son captadas por el avión que haya sintonizado la frecuencia de esa radioayuda, seguidamente los sistemas del avión traducen esas ondas en datos que son visualizados por la tripulación. El Aeropuerto El Dorado cuenta con radioayudas como: VOR (radiofaro omnidireccional de VHF), DME (equipo medidor de distancia), ILS (sistema de aterrizaje por instrumentos) y NDB (baliza no direccional), etc.

Se consideran las ayudas visuales a todos aquellos elementos visibles para los pilotos que se utilizan para el guiado de la aeronave, también son indicaciones dibujadas en las áreas de movimiento, las cueles indican la zona en la que se encuentran, la dirección del flujo de tránsito en tierra, los sitios de parqueo, puntos de espera, etc. Las ayudas visuales que podemos encontrar en el Aeropuerto El Dorado son: Indicadores de Dirección y Velocidad

del Viento, Indicadores de Dirección de Aterrizaje, Iluminación de Pista y Calles de Rodaje, etc.

Tanto las radioayudas como las ayudas visuales, son elementos indispensables para la operación segura del Aeropuerto El Dorado, por lo cual su instalación, mantenimiento operación es fundamental, y se realizan en los siguientes términos.

La instalación de radioayudas consiste en una obra menor de equipos pequeños y su respectivo sistema de suministro de energía. Para el caso de las ayudas visuales, la instalación de las luces de pista y plataforma solo demanda la abertura de canales pequeñas dependiendo de su ubicación (umbrales de pista, bordes de pista, ejes de pista, etc) y la posterior ubicación de dichas luces. Para el caso de las demarcaciones de las áreas de movimiento, la actividad reside en pintar las superficies siguiendo patrones y direcciones establecidas en el RAC.

El mantenimiento de las radioayudas y ayudas visuales es otra actividad menor que consiste en la localización, desmontaje y reemplazo de componentes defectuosos o dañados. Para el caso de las demarcaciones el mantenimiento es una actividad de repintado de señales.

Radioayudas

Pertenece al servicio de radionavegación, se dispone de los siguientes tipos de radioayudas para la navegación aérea:

- LF/MF Radiofaro no direccional (NDB)
- VHF Estación radiogoniométrica (VDF)
- VHF Radiofaro omnidireccional (VOR)
- Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)
- Equipo radiotelemétrico (DME)
- Radar de vigilancia de área terminal (TAR)
- Radar secundario de vigilancia (SSR)

3.1.1.1.1.4 **Lado Tierra Operación**

Los siguientes, son los sectores designados al lado tierra de operación y que se describen sobre las características operacional o funcional de cada uno, sin que ello tenga involucración directa en algunos casos sobre la fase de ejecución operativa del proyecto.

Reparación y mantenimiento de aeronaves y vehículos (CIAC, CATAM, Policía Antinarcóticos, División De Asalto Aéreo Del Ejército, Armada Nacional, Satena)

Los tenedores de espacio que ocupan áreas no concesionadas y por ende están bajo la responsabilidad de la Aerocivil, realizan mantenimientos de aeronaves en sus respectivos hangares, consistentes en cambios de aceite, desmonte, reparación y cambio de piezas, sustitución de neumáticos, etc. Los manteamientos pueden ser programados o correctivos, y garantizan la seguridad de las operaciones.

Prestación de servicios aéreos / transporte (CIAC, CATAM, Policía Antinarcóticos, División De Asalto Aéreo Del Ejército, Armada Nacional, Satena)

Las instituciones adscritas al Ministerio de Defensa y que tienen unidades funcionales en el Aeropuerto, formalizado mediante contrato de comodato, ocupando áreas no concesionadas y por ende están bajo la responsabilidad de la Aerocivil, en este caso CATAM, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejército, Armada Nacional, tiene la función de transportar personal y equipos para el cumplimiento de sus funciones misionales (operativos, apoyo aéreo, insumos, defensa de la soberanía nacional, etc), utilizando las áreas que ocupan dentro del aeropuerto y la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria para su operación.

Almacenamiento de bienes muebles y activos fijos (almacén general)

La Aerocivil cuenta con un almacén general ubicado en el Aeropuerto El Dorado, cuya finalidad es el acopio y gestión de bienes muebles nuevos, usados o en proceso de dada de baja. Cabe aclarar que no solo los bienes que son almacenados en dicho lugar hacen parte del inventario de este aeropuerto, ya que desde ahí se envían elementos a los demás aeropuertos de propiedad de la Aerocivil y a su vez se reciben los activos que son retirados de dichos aeropuertos.

Suministro de energía y servicios electromecánicos para el radar (CNA- RADAR)

Todos los equipos electromecánicos que han sido brevemente explicados en este capítulo necesitan de un suministro de energía, es por ello que este se garantiza mediante la red pública de alta tensión, pero también se cuenta con subestaciones eléctricas que sirven como back up en el evento que la red principal falle, y así contar con suministro ininterrumpido.

3.1.1.1.2 Acciones informativas de divulgación.

Toda acción que implique una restructuración aérea y/o operacional se contempla como de suma importancia la divulgación de información en el sector aeronáutico pues de ellas depende mantener informado a todos los actores de la operación sobre cambios que al final representa la seguridad en vuelo.

Luego entonces, en la fase preliminar se contemplan todas aquellas acciones informativas de divulgación sobre el cambio de operación que irá enmarcado mediante asistencia informativa directa a los sectores que actúan en la operación del proyecto. Realizando múltiples campañas informativas que buscan abarcar a los siguientes sectores de manera completa:

- Operadores aéreos (Compañías de Aerolíneas de pasajeros y de transporte de carga aérea).
- Asociaciones de agremiaciones de la industria aéreas. (ALAICO, ACDAC, IATA, ATAC, CLAC, entre otros).
- Administrador del Aeropuerto y Plataformas (OPAIN S.A.).
- Oficina de Transporte Aéreo perteneciente a la UAEAC.
- Secretaria de Aviación Civil perteneciente a la UAEAC como Autoridad Aeronáutica.

- Todas las áreas de la Dirección de Navegación Aérea perteneciente a la UAEAC. Como unidad prestadora de servicios aéreos.
- Oficina Jurídica perteneciente a la UAEAC.
- Secretaria de Seguridad Operacional perteneciente a la UAEAC.
- Dirección de Servicios Aeroportuarios perteneciente a la UAEAC.
- Dirección de Infraestructura perteneciente a la UAEAC.

Adicional se utilizarán otros medios informativos utilizados como parte integral de actividades que desarrolla la UAEAC como Autoridad Aeronáutica y prestadora de servicios aeronáuticos, los cuales son:

- Medios de divulgación diario oficial, campañas de convocatoria individual a actores operativos, espacios en colaboración al CEA[13], entre otros.

3.1.1.2 Ejecución Operativa.

Una vez iniciada la ejecución con la modificación del proyecto, se realizará las actividades correspondientes para garantizar las condiciones planteadas o aquellas adicionales que sean objeto de seguimiento por parte de la Entidad en primera instancia como medida interna y de la Autoridad Ambiental.

3.1.1.2.1 Configuración operacional del Proyecto.

Dadas las instancias y características particulares del proyecto, se intervino por parte de un grupo interdisciplinario con las múltiples dependencias que cuenta la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia, a fin de garantizar por medio de expertos en cada área, la validez y cumplimiento de la configuración operacional del proyecto que entraría a regir en la fase de ejecución operativa de la terminal aérea. Las dependencias pertenecientes a la Entidad y que validaron la propuesta son:

- **Secretaria de sistemas operacionales.**

➢ Dirección de servicios a la navegación aérea.

- Grupo de Servicios de Meteorología Aeronáutica: son funciones del grupo de Servicios Meteorología Aeronáutica las siguientes:

1. Proveer, verificar, controlar, evaluar y mejorar a nivel táctico y operativos de manera articulada la gestión de la Meteorología Aeronáutica de acuerdo con la necesidad operacional de corto, mediano y largo plazo, en cumplimiento de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
2. Gestionar los recursos necesarios para la provisión de la gestión de la Meteorología Aeronáutica de forma integral, oportuna, eficiente, eficaz y ambientalmente sostenibles, y articular estas necesidades en el Plan de Navegación Aérea para Colombia.

[13] Centro de Estudios Aeronáuticos, perteneciente a la UAEAC.

3. Desarrollar, mantener e implementar la documentación (procesos, procedimientos, guías, manuales, instructivos, indicadores, controles, entre otros) necesaria para la provisión en la gestión de la Meteorología Aeronáutica, incluyendo la mitigación de riegos de seguridad operacional, en cumplimientos de los sistemas de gestión de la Entidad.
4. Implementar los programas y proyectos derivados de la planeación para atender las necesidades de la Meteorología Aeronáutica.
5. Aplicar los mecanismos de coordinación vigentes con las demás Entidades y organismos que tengan a su cargo funciones complementarias para la gestión de la Meteorología Aeronáutica.
6. Evaluar el desempeño y realizar seguimiento del cumplimiento de la documentación aplicable, y tomar acciones correctivas y preventivas para la mejora de la eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de servicios a su cargo.
7. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento vigente.
8. Asesorar, orientar y emitir recomendaciones a la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea en los asuntos propios de su competencia.
9. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director del Servicios a la Navegación Aérea.

- Grupo de Afluencia de Tránsito Aéreo y Capacidad ATFCM: Son funciones del Grupo de Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo y Capacidad ATFCM las siguientes:

1. Proveer, verificar, controlar, evaluar y mejorar a nivel táctico y operacional de manera articulada la gestión de afluencia de tránsito aéreo y capacidad en el componente de equilibrio entre demanda y capacidad, gestión de la provisión de los servicios ATM y la gestión de la información del concepto operacional ATM, de acuerdo con la necesidad de corto, mediano y largo plazo, en cumplimiento de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
2. Gestionar los recursos necesarios para la provisión de la gestión afluencia de tránsito aéreo y capacidad de forma integral, oportuna, eficiente eficaz y ambientalmente sostenible, y articular estas necesidades en el Plan de Navegación Aérea para Colombia.
3. Desarrollar, mantener e implementar la documentación (procesos, procedimientos, guías, manuales, instructivos, indicadores, controles, entre otros) necesaria para la provisión en la gestión de afluencia de tránsito aéreo y capacidad, incluyendo la mitigación de riegos de seguridad operacional, en cumplimiento de los sistemas de gestión de la Entidad.
4. Implementar los programas y proyectos derivados de la planeación para atender las necesidades de la gestión de afluencia de tránsito aéreo y capacidad.

5. Aplicar los mecanismos de coordinación vigentes con las demás Entidades y organismos que tengan a su cargo funciones complementarias para la gestión de afluencia de tránsito aéreo y capacidad.
6. Evaluar el desempeño y realizar seguimiento del cumplimiento de la documentación aplicable, y tomar acciones correctivas y preventivas para la mejora de la eficiencia, eficacia y efectividad en la presentación de los servicios a su cargo.
7. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento vigente.
8. Asesorar, orientar y emitir recomendaciones a la Dirección Servicios a la Navegación Aérea en los asuntos propios de su competencia.
9. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Servicios a la Navegación Aérea.

- Grupo de Gestión de los Servicios de Tránsito Aéreo – ATS: Son funciones del Grupo de Gestión de los Servicio ATS las siguientes:

1. Proveer, verificar, controlar, evaluar y mejorar táctico y operativo de manera articulada la Gestión de los Servicios de Tránsito Aéreo en operaciones de aeródromo, sincronización del tránsito, gestión de conflictos y gestión de provisión de servicios ATM del concepto operacional ATM, de acuerdo con la necesidad de corto, mediano y largo plazo, en cumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
2. Gestionar los recursos necesarios para la provisión de la Gestión de los Servicios de Tránsito Aéreo de forma integral, oportuna, eficiente, eficaz y ambientalmente sostenible, y articular estas necesidades en el Plan de Navegación Aérea para Colombia.
3. Desarrollar, mantener e implementar la documentación (procesos, procedimientos, guías, manuales, instructivos, indicadores, controles, entre otros) necesaria para la provisión en la Gestión de los Servicios de Tránsito Aéreo, incluyendo la mitigación de riesgos de seguridad operacional, en cumplimiento de los sistemas de gestión de la Entidad.
4. Implementar los programas y proyectos derivados de la planeación para atender las necesidades de la Gestión de los Servicios de Tránsitos Aéreo.
5. Aplicar los mecanismos de coordinación vigentes con las demás Entidades y organismos que tengan a su cargo funciones complementarias para la Gestión de los Servicios de Tránsito Aéreo.
6. Evaluar el desempeño y realizar seguimiento del cumplimiento de la documentación aplicable, y tomar acciones correctivas y preventivas para la mejora de la eficiencia, eficacia y efectividad en la presentación de los servicios a su cargo.
7. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento vigente.

8. Asesorar, orientar y emitir recomendaciones a la Dirección Servicios a la Navegación Aérea en los asuntos propios de su competencia.
9. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el director de Servicios a la Navegación Aérea.

- Grupo Gestión de Organización del Espacio Aéreo – ASM: son funciones del Grupo de Gestión y Organización del Espacio Aéreo ASM las siguientes:

1. Proveer, verificar, controlar, evaluar y mejorar a nivel táctico y operativo de manera articulada la gestión y organización del espacio aéreo, operaciones de usuarios del espacio aéreo y gestión de la provisión de los servicios ATM del concepto operacional ATM, de acuerdo con la necesidad de corto, mediano y largo plazo, en cumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
2. Gestionar los recursos necesarios para la provisión de la Gestión y Organización del Espacio Aéreo de forma integral, oportuna, eficiente, eficaz y ambientalmente sostenible, y articular estas necesidades en el Plan de Navegación Aérea para Colombia.
3. Desarrollar, mantener e implementar la documentación (procesos, procedimientos, guías, manuales, instructivos, indicadores, controles, entre otros) necesaria para la provisión en la Gestión y Organización del Espacio Aéreo, incluyendo la mitigación de riegos de seguridad operacional, en cumplimientos de los sistemas de gestión de la Entidad.
4. Implementar los programas y proyectos derivados de la planeación para atender las necesidades de la Gestión y Organización del Espacio Aéreo.
5. Aplicar los mecanismos de coordinación vigentes con las demás Entidades y organismos que tengan a su cargo funciones complementarias para la Gestión y Organización del Espacio Aéreo.
6. Evaluar el desempeño y realizar seguimiento del cumplimiento de la documentación aplicable, y tomar acciones correctivas y preventivas para la mejora de la eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de servicios a su cargo.
7. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento vigente.
8. Coordinar y emitir el concepto final sobre nuevas construcciones, instalaciones de antenas y cualquier otro elemento que pueda constituir un obstáculo, para las operaciones aéreas dentro de las superficies limitadoras de obstáculos del aeródromo.
9. Asesorar, orientar y emitir recomendaciones a la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea en los asuntos propios de su competencia.
10. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
11. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director del Servicios a la Navegación Aérea.

- Dirección de servicios aeroportuarios.

  - Grupo Gestión Ambiental y Control Fauna: Son funciones del Grupo de Gestión Ambiental y Control de Fauna las siguientes:

    1. Cumplir con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia y cualquier otra reglamentación aplicable a la gestión ambiental y control de fauna en los aeropuertos a cargo o explotados por la Aerocivil.
    2. Gestionar en coordinación con las Direcciones Regionales y las administraciones aeroportuarias, la conservación de los recursos naturales, el medio ambiente y control fauna en los aeropuertos a su cargo en cumplimiento con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia y cualquier otra reglamentación aplicable.
    3. Desarrollar, mantener e implementar la documentación necesaria (procesos, procedimientos, guías, manuales, instructivos, indicadores, entre otros), incluyendo la mitigación de riesgos de seguridad operacional, aplicable a la gestión ambiental y control de fauna.
    4. Establecer directrices, guías y protocolos para las actividades que deben desarrollar los responsables de gestión ambiental y los oficiales de peligro aviario en los aeropuertos a cargo o explotados por la Aerocivil.
    5. Elaborar los proyectos de inversión o funcionamiento para asegurar la gestión ambiental, y control de fauna en los aeropuertos a cargo o explotados por la Aerocivil.
    6. Apoyar la elaboración de los documentos precontractuales, asegurando que los aspectos socio-ambientales sean considerados en la fase de estructuración de los proyectos de operación de aeropuerto.
    7. Realizar los estudios y trámites de viabilidad ambiental ante las autoridades ambientales de los distintos proyectos a desarrollar dentro de los predios de la Entidad.
    8. Ejecutar las decisiones que adopte el Comité de asuntos Ambientales aplicables a la gestión ambiental y control de fauna.
    9. Verificar el cumplimiento e implementación de la política ambiental de la Entidad de conformidad con la norma vigente.
    10. Prestar apoyo necesario a los diferentes aeropuertos y dependencias de la Entidad de conformidad con la norma vigente.
    11. Implementar y ejecutar en coordinación con las Direcciones Regionales y administraciones aeroportuarias los programas de gestión ambiental y control de fauna.
    12. Emitir directrices para todos los proyectos, obras o actividades se desarrollen de forma ambientalmente sostenible.
    13. Asesorar y orientar a la Dirección de Servicios Aeroportuarios en los asuntos propios de la gestión ambiental y control de fauna.
    14. Evaluar el desempeño y realizar seguimiento a las Direcciones Regionales y las administraciones de aeropuerto del cumplimiento de la documentación aplicable, y tomar acciones correctivas y preventivas para la mejora de la eficiencia y efectividad en cuanto a la gestión ambiental y control de fauna.

15. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para el fin.
16. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Servicios Aeroportuarios.

- Dirección de infraestructura aeroportuaria.

  - Grupo de Gestión de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria: son funciones del grupo de Gestión de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria las siguientes:

    1. Elaborar el Anteproyecto de Presupuesto, el Plan de Adquisiciones y el plan de Acción para cada vigencia fiscal, donde se contemplen los diferentes programas a ejecutar por la Dirección de Infraestructura Aeroportuaria, realizando, además el seguimientos y evaluación de los mismos.
    2. Coordinar con las áreas técnicas especializadas de la entidad, los diferentes estudios y diseños que requiere el mantenimiento y provisión de la infraestructura aeroportuaria, asegurando que los mismos se ajustan a la normatividad vigente, y al plan Estratégico, Plan de Navegación Aérea, Planes Maestros, Plan nacional de Desarrollo.
    3. Elaborar los documentos de estudios previos precontractuales que sirven de apoyo técnico a la gestión contractual de la Entidad, en materia de mantenimiento y provisión de infraestructura aeroportuaria.
    4. Visitar periódicamente los aeropuertos a cargo de la Aeronáutica Civil y aquellos aeropuertos públicos beneficiarios de recursos de la Entidad o del Presupuesto General de la Nación, haciendo el inventario, diagnóstico y evaluación del Estado de la infraestructura aeroportuaria con el fin de diseñar planes y programas de mantenimientos, ampliaciones o construcciones.
    5. Recopilar y administrar la información histórica de intervenciones efectuadas en los aeropuertos que han sido beneficiados con recursos del Presupuesto de la Entidad o del Presupuesto General de la Nación.
    6. Formular los proyectos de inversión que requiera la Entidad, y que se relacionen con el mantenimiento y provisión de la infraestructura aeroportuaria, sirviendo de enlace con las Entidades del Sector y el Alto Gobierno Nacional, haciendo el seguimiento y evaluación de los mismos.
    7. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normativa vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
    8. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Infraestructura Aeroportuaria.

  - Grupo de Supervisión y Control de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria: son funciones del Grupo de supervisión y Control de Proyectos de infraestructura Aeroportuaria las siguientes:

1. Adoptar los manuales y procedimientos de Supervisión e interventoría que establezca la Entidad.
2. Ejercer la labor de supervisión integral a los contratos de interventoría externa, o de interventoría directa a los contratos de obra que sean adjudicados por la Dirección Administrativa, y que se relacionen con el desarrollo de infraestructura aeroportuaria.
3. Coordinar con las interventorías contratadas, las decisiones que adopte la Entidad, relacionadas con la ejecución de los contratos asociados al desarrollo de la infraestructura aeroportuaria.
4. Controlar el desempeño de los cronogramas de obra y de ejecución presupuestal de los contratos, proponiendo modificaciones cuando se evidencien riesgos de incumplimientos del objetivo contractual establecido.
5. Prepara la documentación técnica necesaria, cuando sea indispensable convocar el Comité de Adiciones Modificaciones y Prorrogas.
6. Elaborar el cronograma de visitas, realizar las visitas y presentar los informes de seguimientos a los avances y calidad de las obras en ejecución.
7. Solicitar a los interventores los informes técnicos periódicos, verificando el cumplimento de las especificaciones técnicas contractuales.
8. Dar respuesta a los requerimientos de los organismos de control externos e internos relacionados con la ejecución de contratos de infraestructura aeroportuaria.
9. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normativa vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Infraestructura Aeroportuaria.

- **Oficina de Transporte aéreo.**

  - Grupo de Vigilancia Aerocomercial: Son funciones del Grupo de Vigilancia Aerocomercial las siguientes:

    1. Proponer y ejecutar los programas de inspección, vigilancia y control sobre las personas, entidades, empresas de servicios aéreos comerciales, centros de instrucción aeronáutica, talleres aeronáuticos (Organizaciones de mantenimientos) y empresas de servicios de escala aeropuerto (Handling), en lo referente a rutas, frecuencias, itinerarios, tarifas, prácticas comerciales restrictivas y competencia desleal, información, promociones, derechos y deberes de los usuarios, y aquellas normas vinculadas con la protección al usuario del sector aéreo. Así como sombre la capacidad operativa, administrativa, solidez y resultados económicos de las empresas de servicios aéreos comerciales, centros de instrucción aeronáutica, talleres aeronáuticos (organizaciones de mantenimiento) y empresas de servicios de escala en aeropuerto (Handling), proponiendo la adopción de las medidas correctivas y las investigaciones administrativas de correspondan.

2. Vigilar, en las áreas de competencia de la oficina de transporte aéreo, el cumplimento de los reglamentos, normas, procedimientos aeronáuticos y demás disposiciones relacionadas con el sector aéreo, así como las condiciones del respectivo permiso de operación.
3. Iniciar averiguaciones preliminares e instruir las investigaciones y proyectar las sanciones o medidas aplicables ante presuntas infracciones a las normas aeronáuticas en lo referente a rutas, frecuencias, itinerarios, tarifas, prácticas comerciales restrictivas, competencia desleal, información, promociones, derechos y deberes de los usuarios, el sector aéreo, como también vigilar las condiciones del respectivo permiso o autorización y tomar las medidas pertinentes.
4. Iniciar y adelantar las actuaciones administrativas encaminadas a limitar, suspender y cancelar permisos de operación o de funcionamiento de empresas de servicios aéreos comerciales, centros de instrucción aeronáutica, talleres aeronáuticos (organizaciones de manteamiento) y empresas servicios de escala en aeropuerto (Handling)
5. Proyectar los recursos de reposición que se presenten contra los fallos sancionatorios adelantados por las infracciones a las normas aeronáuticas.
6. Proponer y recomendar estrategias que propendan por el mejoramiento de los servicios aerocomerciales y demás actividades relacionadas.
7. Administrar y mantener actualizadas las bases de datos con la información relativa a las funciones asignadas.
8. Apropiar y mantener el sistema integrado de gestión de la entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
9. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Jefe de la Oficina de Transporte Aéreo.

- Grupo de Asuntos Internacionales y Política Aerocomercial: son funciones del Grupo de Asuntos Internacionales y Política Aerocomercial las siguientes:

1. Analizar y recomendar la adopción de la política aerocomercial, proponiendo criterios para la regulación y el desarrollo de los servicios aéreos comerciales, alineados con la agenda del Gobierno Nacional y teniendo en cuenta la especificidad de la industria y los intereses de los ciudadanos.
2. Proponer criterios relativos al desarrollo de las relaciones internacionales en el campo del transporte aéreo.
3. Analizar las condiciones político-económicas del transporte aéreo, y preparar los documentos que se requieran en el marco de las negociaciones internacionales sobre la materia, apoyando y participando en las negociaciones bilaterales y/o multilaterales según corresponda.
4. Coordinar con las entidades gubernamentales, así como al interior de la entidad, los asuntos políticos, económicos y jurídicos del transporte aéreo, con el fin de formular las posiciones de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil y presentarlas antes los diferentes

organismos internacionales, comités y reuniones cuando así se le encomiende o delegue.

5. Actuar como enlace ante los organismos internacionales de la aviación civil en los asuntos políticos, económicos y jurídicos y gestionar, coordinar y preparar con dichos organismos las reuniones en las cuales participe la Aerocivil.
6. Asesorar fomentar la participación de la Aerocivil en los organismos internacionales de aviación civil, dentro de sus comités, directivos, para lograr un posicionamiento en el ámbito internacional.
7. Administrar y divulgar los instrumentos bilaterales y/o multilaterales suscritos por el Gobierno relacionados con servicios de transporte aéreo.
8. Evaluar y proyectar los pronunciamientos de la Aerocivil respecto a los acuerdos de colaboración entre operadores.
9. Participar en las evaluaciones de las solicitudes y los proyectos aerocomerciales presentados a consideración en la entidad.
10. Proponer criterios para la regulación económica de los servicios aerocomerciales que faciliten el acceso al mercado y fomenten la competencia en los servicios de transporte aéreo y las actividades relacionadas, y definir los criterios respecto a la información para efectos de regulación deben suministrar las empresas a la Aerocivil.
11. Proporcionar el agregado aeronáutico de Colombia antes la Organización de Aviación Civil Internacional los lineamientos en asuntos políticos, económicos y jurídicos del transporte aéreo cuando se requiera.
12. Gestionar los procesos administrativos tendientes al pago de contribuciones como Estado miembro de los Organismos Internacionales de Aviación (CLAC Y OACI). Apropiar y mantener el sistema integrado de gestión de la entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
13. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Jefe de la Oficina de Transporte Aéreo.

- Grupo de Servicios Aerocomerciales: Son funciones del Grupo de Servicios Aerocomerciales las siguientes:

1. Evaluar y conceptuar sobre los nuevos proyectos de empresas de servicios aéreos comerciales, nacionales o extranjeras, con el fin de garantizar el adecuado análisis de la necesidad y conveniencia pública del servicio propuesto.
2. Evaluar las solicitudes y proyectar el pronunciamiento de la Aerocivil respecto a la expedición, autorización, modificación, adición, renovación, y cuando corresponda limitación y/o suspensión de permisos de operación o de funcionamientos de empresas de servicios aéreos comerciales, centros de instrucción aeronáutica, talleres aeronáuticos (organizaciones de mantenimiento) y empresas de servicios de escala en aeropuerto (Handling), así como respecto a las demás solicitudes relacionadas con rutas, frecuencias, itinerarios, vuelos adicionales y vuelos chárter.

3. Administrar y mantener actualizada las bases de datos con la información relativa a los permisos de operación y funcionamiento de las empresas de servicios aéreos comerciales, centros de instrucción aeronáutica, talleres aeronáuticos (organizaciones de mantenimiento) y empresas de servicios de escala en aeropuerto (Handling), la inscripción de las aeronaves utilizadas por las empresas extrajeras para su operación al país y demás autorizaciones.
4. Analizar y proponer los citerios para establecer los valores y la cobertura y condiciones de las garantías que amparan el desarrollo y cumplimientos de los proyectos de constitución de empresas de servicios aéreos comerciales.
5. Evaluar y administra las garantías que amparan el desarrollo y cumplimiento de los proyectos de constitución de empresas de servicios aéreos comerciales y los seguros de las empresas aéreas extrajeras, en cuando corresponda.
6. Apropiar y mantener el sistema integrado de gestión de la entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
7. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Jefe de la Oficina de Transporte Aéreo.

- Grupo de Normas Aeronáuticas: son funciones del Grupo de Normas Aeronáuticas las siguientes:

1. Planificar la adopción o enmiendas de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y demás normas aeronáuticas de competencia de la Aerocivil, redactarlos cuando corresponda, en asocio de las dependencias corresponsables o especializadas de cada tema; y coordinar su elaboración, compilación y difusión.
2. Presentar las propuestas sobre reglamentos, normas y procedimientos aeronáuticos, teniendo en cuenta la práctica y atención de los parámetros internacionales de aviación civil.
3. Analizar y evaluar las propuestas de modificaciones a las normas aeronáuticas presentadas por otras dependencias o por usuarios del servicio y la operación aérea.
4. Determinar y mantener la unidad doctrinal, interpretando de manera preferente las normas que constituyen la legislación aeronáutica.
5. Absolver, de manera preferente, las consultas que se formulen y emitir conceptos sobre la interpretación y aplicación de las normas aeronáuticas nacionales e internacionales.
6. Elaborar conceptos y recomendaciones sobre el contenido y aplicabilidad de las normas, estándares, resoluciones, recomendaciones y demás instrumentos con incidencia en la aviación civil, emanados de organismos internacionales.
7. Revisar, conceptuar y cuando corresponda, participar en la elaboración de proyectos de normas contenidas en leyes, decretos, o convenios internacionales, en materia de aviación civil o derecho aeronáutico y asistir a las reuniones internas e internacionales que den lugar a ello.

8. Compilar y difundir las normas, jurisprudencia y doctrina nacional e internacional en materia aeronáutica y de aviación civil.
9. Apropiar y mantener el sistema integrado de gestión de la entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Jefe de la Oficina de Transporte Aéreo.

- Grupo de Planeación de Franjas Horarias: Son funciones del Grupo de Planeación de Franjas Horarias las siguientes:

1. Planear y verificar las franjas horarias (Slots) asignadas como slots aeroportuarios, a los vuelos comerciales regulares que operan en aeropuertos coordinados y/o facilitados para optimizar la capacidad aeroportuaria declarada acorde a la demanda emanada por las compañías aéreas.
2. Recibir, procesar y analizar la información de los explotadores aeroportuarios, áreas operacionales y demás actores, correspondientes a la ejecución de la planeación de las operaciones de las compañías aéreas en las diferentes temporadas.
3. Realizar los análisis y estudios respectivos con base en la información de las áreas operacionales e implementar las medidas y estrategias necesarias para mejorar la gestión de la capacidad declarada.
4. Verificar y realizar un continuo seguimiento del cumplimiento de las franjas horarias (Slots) planificadas, con el fin de detectar los casos en que las compañías aéreas a las que se le asignaron Slots, operen intencionadamente servicios a una hora considerablemente distinta a la autorizada, o que afectan al óptimo aprovechamiento de la capacidad aeroportuaria. El control se realizará en la fase Post-operacional.
5. Aplicar las medidas correctivas necesarias tanto a operadores aeroportuarios como a las aerolíneas, para garantizar el apropiado uso de la capacidad disponible; manteniendo un nivel adecuado en la calidad del servicio; lo que contribuirá a la optimización de los procesos de planificación de las franjas horarias.
6. Emitir reportes y estadísticas del manejo, utilización y comportamiento de las franjas horarias (Slots), monitorear y supervisar las políticas o estrategias dispuestas por los operadores aeroportuarios para el adecuado uso de los diferentes recursos de los aeropuertos facilitados o coordinados declarados en Colombia.
7. Velar por el estricto cumplimiento de la reglamentación contenida en el RAC relacionado con la planificación, utilización y gestión de franjas horarias y recursos aeroportuarios.
8. Coordinar, participar y mediar en los comités de coordinación de Slots, prestando asesoría en caso de que existan quejas o problemas relacionados con el uso indebido de las franjas horarias y en el subcomité de ejecución de Slots, conforme a la reglamentación vigente.
9. Administrar y mantener actualizadas las bases de datos con la información relativa a las funciones asignadas.

10. Apropiar y mantener el sistema integrado de gestión de la entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
11. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Jefe de la Oficina de Transporte Aéreo.

- **Secretaria de seguridad operacional y de la aviación civil.**

➢ Dirección de Estándares de Vuelo.

- Grupo Certificación de Productos Aeronáuticos: son funciones del Grupo de Certificación de Productos Aeronáuticos las siguientes:

1. Realizar evaluación, emisión, enmienda, validación o aceptación de Certificados de Tipo, aprobación/aceptación de datos técnicos para las aeronaves con registro nacional, así como las aprobaciones/aceptaciones de diseño de reparaciones y modificaciones mayores en las aeronaves y sus componentes, grupos motopropulsores, hélices y las demás que sean de interés para la seguridad operacional.
2. Aprobar y vigilar la certificación a de organismos de diseño.
3. Expedir, modificar certificados o aprobaciones de producción de productos aeronáuticos.
4. Emitir Certificados de aeronavegabilidad de Aeronaves, producidas o ensambladas en Colombia, con PBMO inferior a 750 Kg, y aeronaves experimentales.
5. Examinar y procesar toda la información obligatoria sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad introducida por los fabricantes y explotadores, emitir directrices de Aeronavegabilidad para las aeronaves producidas en Colombia y en conjunto con el Grupo de inspección de Aeronavegabilidad para las aeronaves con matrícula nacional que presentan alguna condición insegura.
6. Expedir el primer certificado de Aeronavegabilidad a las aeronaves validadas, aceptadas o fabricadas en el país.
7. Expedir permisos especiales de vuelo. Otorgar o validad la homologación acústica de aeronaves.
8. Examinar y procesar toda la información obligatoria sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad introducida por los fabricantes y explotadores, emitir Directrices de Aeronavegabilidad para las aeronaves producidas en Colombia y en conjunto con el Grupo de Inspección de Aeronavegabilidad para las aeronaves con matrícula nacional que presentan alguna condición insegura.
9. Expedir primer certificado de Aeronavegabilidad a las aeronaves validadas, aceptadas o fabricadas en el país. Expedir permisos especiales de vuelo. Otorgar o validar la homologación acústica de aeronaves.
10. Analizar, investigar y procesar, en coordinación con el grupo de inspección de aeronavegabilidad, los principales defectos, mal funcionamiento y fallas, descubiertos en aeronaves y sus componentes, cuando afecten a la aeronavegabilidad.

11. Mantener actualizado los registros de datos de tipo de las aeronaves matriculadas en el país, así como de conceptos técnicos del área, en los sistemas de gestión, de información y de reportes con los que cuenta Aerocivil.
12. Ejecutar actividades de asesoría y soporte técnico a otras áreas de la Aerocivil, relacionadas con la reparación o modificación de aeronaves, incluyendo las accidentadas o incidentadas.
13. Proyectar propuestas o modificaciones a las regulaciones aeronáuticas nacionales, guías y circulares informativas, en lo relacionado con la certificación de productos aeronáuticos y aeronavegabilidad.
14. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento de Inspectores vigente para la Secretaria de Seguridad Operacional de la Aviación Civil.
15. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normativa vigente, Utilizando las herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
16. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Estándares de Vuelo.

- Dirección de Estándares de Vuelo.

  - <u>Grupo Certificación e Inspección de Aeródromos y Servicios Aeroportuarios:</u> Son funciones del Grupo de Certificación e inspección de Aeródromos y Servicios Aeroportuarios:

    1. Proyectar y ejecutar los procedimientos de certificación aeródromos, aeropuertos y helipuertos colombianos, en cumplimientos de los manuales/guías de inspección.
    2. Expedir y actualizar los permisos de operación de los aeropuertos, aeródromos y helipuertos públicos o privados del país.
    3. Proyectar y ejecutar los programas anuales y procedimientos de inspección, seguimientos y vigilancia de aeródromos, aeropuertos y helipuertos colombianos a nivel nacional, en cumplimiento de los manuales/guías de inspección, así como en temas de sanidad aeroportuaria, sobre el cumplimiento de la normatividad y estándares emanados de Organización de la Aviación Civil Internacional- OACI, Organización Mundial de la Salud- OMS, ministerio de Salud y de la Protección Social.
    4. Mantener actualizado los registros de certificación, inspección y conceptos técnicos del área en los sistemas de gestión, información y reportes con los que cuenta la Aerocivil.
    5. Evaluar y emitir informes y conceptos en asuntos relativos a aeródromos, aeropuertos y helipuertos y servicios aeroportuarios, incluido los servicios de sanidad aeroportuaria, a partir de la verificación del cumplimiento de los RAC y las normas pertinentes, para la toma de medidas oportunas y apropiadas que conduzcan a corregir deficiencias, cuando aplique.

6. Presentar propuestas para la aplicación de medidas correctivas y/o preventivas y/o de mejora, propias de los resultados de la ejecución del programa de inspección, seguimiento y vigilancia.
7. Proponer proyectos de desarrollo, modificación y actualización de los reglamentos y estándares aeronáuticos, así como guías y documentos de orientación en los temas de su competencia,
8. Coordinar y participar en los procesos de instrucción del Programa de Entrenamiento de Inspectores vigentes para la Secretaria de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil.
9. Apropiar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la Entidad, de acuerdo con la normatividad vigente, utilizando herramientas y tecnologías disponibles para tal fin.
10. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con su naturaleza por el Director de Estándares de Servicios de Navegación Aérea y Servicios Aeroportuarios.

- **Configuración Operacional.**

Es así como se presenta a continuación la configuración operacional de la terminal aérea enmarcada por condiciones operativas, de procedimientos y restricciones de las pistas 13L – 31R (Pista norte) y 13 R – 31 L (Pista sur); estas configuraciones sustituyen y modifican el objeto de realización del presente proyecto a la configuración descrita en el Artículo Primero de la Resolución 1034 y 1567 del 2015 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA:

Primera Pista (13L -31R – Pista Norte):

- 00:00 a 04:59 HL, configuración enfrentada, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 05:00 a 06:00 HL, configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.
- 06:00 a 21:59 HL, configuración oriente, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 22:00 a 23:59 HL, configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.

Segunda Pista (13R – 31L – Pista Sur):

- 00:00 a 04:59 HL, configuración enfrentada, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 05:00 a 06:00 HL, configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.

- 06:00 a 21:59 HL, configuración oriente, sin restricción de operación de aeronaves por Sistema de Cuota de Ruido (QC).
- 22:00 a 23:59 HL, configuración oriente, se aplica restricción por Sistema de Cuota de Ruido (QC) para todas las operaciones aéreas civiles. Las aeronaves que por certificado de ruido presenten una cuota de ruido mayor o igual a 4 no podrán realizar procedimiento de despegue.

- ***Excepciones***

El cumplimiento de este horario y la configuración de pista se verá afectada cuando:

a. El estado de la superficie de la pista esté afectado negativamente (p.ej., con agua, lodo, caucho, aceite u otras sustancias).

b. Para el aterrizaje, cuando el techo de nubes se encuentre a una altura inferior a (500 ft) por encima de la elevación del aeródromo o la visibilidad sea inferior a 1900 m.

c. Para el despegue, cuando la visibilidad sea inferior a 1 900 m.

d. Se haya notificado o pronosticado cizalladura del viento, o cuando se prevean tormentas que afecten la aproximación o la salida.

e. Cuando la componente transversal del viento, incluidas las ráfagas, exceda de 15 nudos, o la componente del viento de cola, incluidas las ráfagas, exceda de 5 nudos. Para dicho caso la configuración occidente será entonces permitida reportando la razón con fundamentos técnicos a la Autoridad Ambiental.

f. Además podrán operar en la pista (13L - 31R) y en la pista (13R - 31L) del Aeropuerto, en cualquier horario, las aeronaves de todo tipo que tengan que utilizar dicho terminal, como aeropuerto alterno por motivos meteorológicos, técnicos o de seguridad durante el periodo en que permanezcan dichas razones y que afecten la seguridad del vuelo, así mismo podrán operar en todo momento las aeronaves que operen en misiones de ayuda médica, desastres u otras clases de emergencia y vuelos especiales del Ministerio de Defensa.

g. Para el aterrizaje, cuando la aeronave se encuentre en su altura de decisión o punto de aproximación frustrada y las pistas de aterrizaje o su entorno no esté en condiciones óptimas para el aterrizaje, está ejecutará la maniobra de aproximación frustrada y podrá sobrevolar la ciudad en cualquier horario. Cada vez que se presente el procedimiento de aproximación frustrada, se notificara a la ANLA la operación y la justificación.

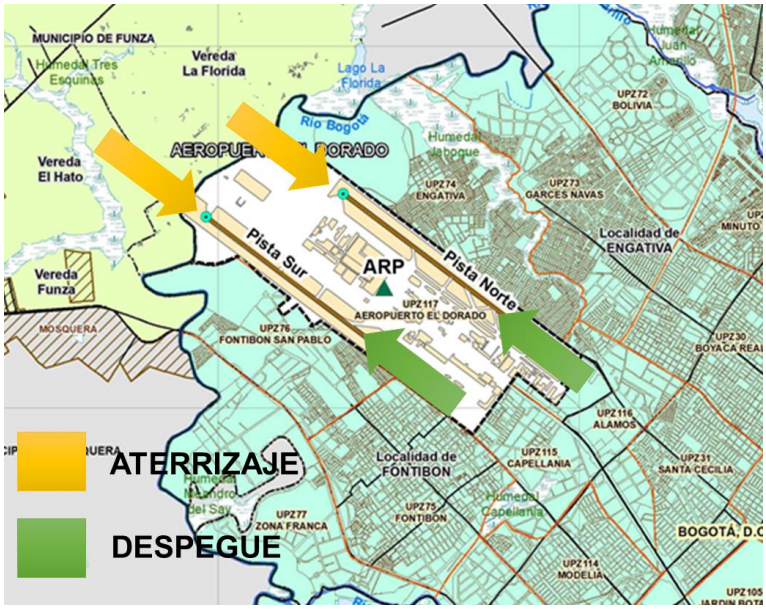


Ilustración 3-52 Configuración de pistas Enfrentada.
Fuente: Elaboración propia del estudio

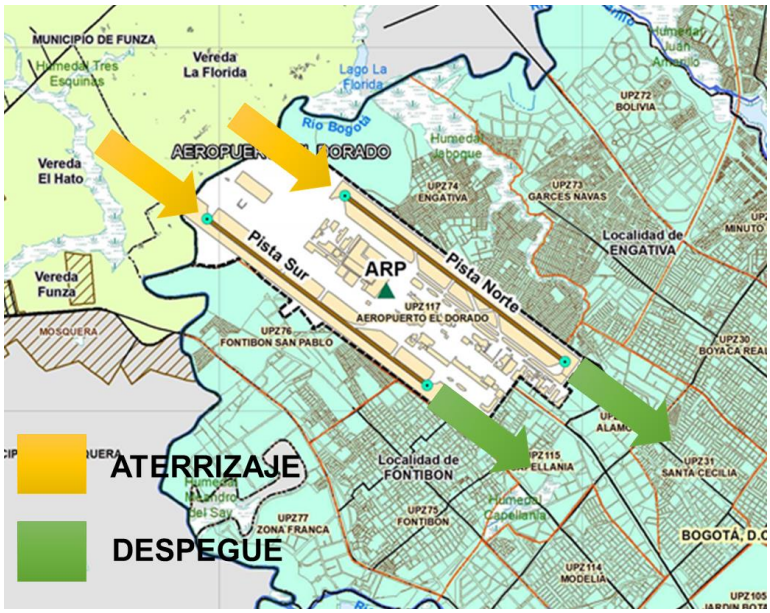


Ilustración 3-53 Configuración de pistas Oriente.
Fuente: Elaboración propia del estudio

Recinto prueba de motores

Se presenta la propuesta horaria del recinto prueba de motores en el proyecto de cambio de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado, en la Tabla 3-15 se muestra la propuesta del horario de funcionamiento, El proyecto busca modificar únicamente el horario, para que este pueda operar las 24 horas del día.

Horarios prueba de motores	
Pruebas de más allá de la mínima potencia	24 horas
Pruebas a mínima potencia	24 horas
Calibraciones de Brújula de Turborreactores	24 horas

Tabla 3-2 Propuesta Horario de operación recinto de prueba de motores
Fuente: Elaboración propia del estudio

Las restricciones de prueba de motores siguen siendo las mismas presentadas en la Resolución 1034 y 1567 de 2015 – ANLA, y son presentadas a continuación:

- Toda prueba de motores Turborreactores o Turbopropeller se realizará únicamente en el recinto prueba de motores, dentro de los horarios señalados en la Tabla 3-15 y de acuerdo con la disponibilidad la cual será supervisada por el concesionario a cargo.
- Siempre que e recinto para prueba de motores se encuentre inhabilitado o congestionado se podrán autorizar pruebas a mínima potencia, en el punto de espera de la pista 13R, en los horarios establecidos en la Tabla 3-15 y en caso de que éste se encuentre igualmente inhabilitado, se podrá utilizar el punto de espera de la pista 13L.
- En cualquier circunstancia fortuita, de fuerza mayor o contingencia, la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea de la UAEAC, juntamente con el concesionario a cargo, podrá autorizar las pruebas de motores en horarios y sitios diferentes a los establecidos en los literales anteriores, previa solicitud debe estar debidamente justificada.
- Está prohibido realizar cualquier prueba de motores en hangares o sitios cerrados.
- Esta totalmente prohibido iniciar, correr o efectuar pruebas de motores en los puestos de estacionamiento de pasajeros y de carga.

3.1.2 COSTOS DEL PROYECTO.

Para identificar el costo total del proyecto se identificaron las dependencias de la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado:

- Grupo de Aeronavegación (Torre de Control, CGAC y Meteorología)
- Grupo de Servicios Información Aeronáutica AIM

El número total de profesionales necesarios para la operación aérea del Aeropuerto es de **182**, con un valor total anual de: **$6.943.015.836.**

Es necesario mencionar que para la presente modificación de horario para la licencia se requiere solo de tres profesionales adicionales a los ya contemplados en el valor anterior,

razón por la cual el valor anual para la modificación de la licencia ambiental es de **$161.177.112**

PROCESO	COSTOS ANUALES
OPERACIÓN AEROPUERTO	$6.943.015.836.
MODIFICACIÓN LICENCIA	$161.177.112

3.1.3 CRONOGRAMA DEL PROYECTO.

El cronograma de actividades propuesto para la ejecución operativa del esquema de configuración del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., se prevé con toda la sensibilización y capacitación del personal que intervienen en los servicios a la navegación aérea propia de cambios operacionales en la fase preliminar de actividades del proyecto, así como todos aquellos actores intervinientes en la operación de la industria aérea para el Aeropuerto.

- **Fase Preliminar.**

El siguiente esquema es la descripción del cronograma de la implementación de Fase Preliminar, en donde se propone la realización de las actividades descritas en la siguiente tabla donde se ejecutarán de forma paralela las actividades que se consideren así.

	Ajuste estratégico de operación.	Observaciones.	Días.
Fase Preliminar	Reuniones administrativas - UAEAC	Consiste en la generación de estrategias de control y cumplimiento administrativo al proyecto con las dependencias UAEAC.	3
	Ajuste a la Información Pública Aeronáutica - AIP	Rediseño y ajuste del AIP -SKBO para que las compañías aéreas estructuren sus cartas de navegación y horarios de operación según las restricciones implantadas de operación en este proyecto.	10
	Ajuste en Información de Notam y circulares.	Rediseño y ajuste de las circulares externas con el fin de que las compañías aéreas estructuren sus cartas de navegación y horarios de operación según las restricciones implantadas de operación en este proyecto.	8
	Ajuste de intervención de mantenimientos de pistas.	Rediseño de condiciones contractuales para ejecución y cambio de horarios del mantenimiento preventivo y constante por parte del personal para las pistas del aeródromo del proyecto.	15

	Acciones informativas de divulgación	Observaciones.	Días
	Convocatoria masiva a socialización con Operadores aéreos.	Consiste en la generación de un espacio informativo donde se socializará la operación y restricciones aéreas que deberán acogerse los operadores aéreos en la fase operativa de este proyecto.	2
	Convocatoria masiva a socialización agremiaciones aéreas.	Consiste en la generación de un espacio informativo donde se socializará la operación y restricciones aéreas que se ejecutarán en la fase operativa de este proyecto.	1
	Convocatoria a administrador Aeropuerto.	Consiste en la generación de un espacio informativo donde se socializará las obligaciones que deberá acoger el administrador del Aeropuerto por las restricciones aéreas que se ejecutarán en la fase operativa de este proyecto.	1
	Convocatoria masiva a personal del grupo ATFCM.	Consiste en la generación de un espacio informativo donde se socializará al personal de controlar las operaciones aéreas y en tierra de las restricciones que se plantean en este proyecto.	1
	Convocatoria masiva a personal del grupo planeación franjas horarias.	Consiste en la generación de un espacio informativo donde se socializará al personal de diseño de procedimientos aéreos y en tierra de las restricciones que se plantean en este proyecto.	1

La fase operativa solo se dará inicio posterior a las condiciones planteadas de socialización y capacitación descritas en la fase preliminar al proyecto.

- **Fase Operativa.**

Una vez concertada el inicio de la fase operativa sobre el presente proyecto con el aval de la Autoridad Ambiental – ANLA, se realizarán las actividades correspondientes a garantizar las condiciones planteadas y otras aquellas adicionales que surjan de control y seguimiento por parte de la UAEAC. En la siguiente tabla se relacionan las actividades propuestas y su periodicidad de la ejecución.

Fase operativa	Talleres de socialización y cumplimiento de	Observaciones.	Eventos/año.

	operación del proyecto dirigidos a:		
	Grupo de gestión de los servicios de Tránsito aéreo.	Generar espacios de capacitación para personal donde se especifiquen contingencias durante la fase operativa del proyecto y el proceder del grupo en acciones a operadores aéreos.	2
	Grupo de aeronavegación.	Generar espacios de capacitación para el personal que conforma el grupo en la gestión de aeronavegación y las condiciones del proyecto.	2
	Grupo de meteorología aeronáutica.	Generar espacios de capacitación al grupo de profesional de meteorología por lo cambios meteorológicos y climatológicos que puedan forzar a cambios operacionales del Aeropuerto.	2
	Personal de afluencia de tránsito aéreo y capacidad ATFCM.	Generar espacios de capacitación al personal de afluencia de tránsito aéreo y capacidad ATFCM en mantener las condiciones restrictivas, operativas y de franjas horarias que se implementan en este proyecto.	2
	Grupo de gestión de seguridad operacional y aseguramiento.	Generar espacios de capacitación a los profesionales de seguridad operacional y aseguramiento sobre las garantías pertinentes de la dependencia que deben realizar en la ejecución y puesta en marcha del proyecto.	2
	Grupo de operaciones aeroportuarias.	Generar espacios de capacitación al grupo profesional de operaciones aeroportuarias para resaltar las competencias de la dependencia sobre la operación del proyecto.	2
	Grupo de infraestructura aeroportuaria.	Generar espacios de capacitación y estado de condiciones que se presenten que se intervengan con las acciones del grupo de infraestructura aeroportuaria en la operación del proyecto.	2
	Grupo planeación franjas horarias.	Generar espacios de capacitación sobre la gestión que debe realizar el grupo de planeación de franjas horarias en las condiciones operativas del proyecto.	2
	Personal Administrativo del Aeropuerto y Plataformas.	Generar espacios de capacitación al personal administrativo y de plataformas del Aeropuerto de las	1

		responsabilidades en su competencia por la implementación del proyecto.	
	Personal administrativo y operativo de aerolíneas de carga.	Generar espacios de capacitación a los operadores aéreos de carga en la responsabilidad de restricciones que deben cumplir según sea aplicable dentro de la operación del proyecto.	1
	Personal administrativo y operativo de aerolíneas de pasajeros.	Generar espacios de capacitación a los operadores aéreos de pasajeros en la responsabilidad de restricciones que deben cumplir según sea aplicable dentro de la operación del proyecto.	1
	Personal administrativo y operativo de aerolíneas no comerciales.	Generar espacios de capacitación a los operadores aéreos no comerciales en la responsabilidad de restricciones que deben cumplir según sea aplicable dentro de la operación del proyecto.	1
	Personal administrativo y operativo de Fuerza militar y de estado.	Generar espacios de capacitación en la responsabilidad del cumplimiento operativo del proyecto para la aviación de estado y fuerzas militares, siempre cuando sea posible.	1

3.1.4 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.

La organización para la ejecución del proyecto se basa en el organigrama de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, pues es la Entidad gubernamental a cargo de la prestación de los servicios a la navegación aérea y la responsable en la operación aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C.

4 ÁREA DE INFLUENCIA.

El presente capítulo y subsecciones tiene como propósito la definición del área de influencia para el desarrollo del presente proyecto y que tiene como objeto la modificación de licencia ambiental otorgada para el Aeropuerto Internacional El Dorado – Luis Carlos Galán Sarmiento de la ciudad de Bogotá D.C. bajo las especificaciones y requerimientos estipulados en los términos de referencia de la Resolución 0114 de 2015 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

4.1 DEFINICÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

propósito la definición del área de influencia para el desarrollo del presente proyecto y que tiene como objeto la modificación de licencia ambiental otorgada para el Aeropuerto Internacional El Dorado – Luis Carlos Galán Sarmiento de la ciudad de Bogotá D.C. bajo las especificaciones y requerimientos estipulados en los términos de referencia de la Resolución 0114 de 2015 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales adoptada mediante la Resolución 1408 de 2018 por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Así las cosas, el área de influencia está relacionado a la delimitación geoespacial de la zona en la cual se manifiestan los impactos ambientales más significativos e identificados como consecuencia de la operación aeroportuaria a partir del licenciamiento ambiental en el año 1995 (Resolución 1330 de 1999). En congruencia a este análisis e identificación, se realizan los procesos de caracterización y evaluación ambientales con todos los componentes y subcomponente que estos representan en los términos de referencia abiótico, biótico y socioeconómico.

Con la caracterización y definición del área de influencia para este proyecto, se han establecido los impactos negativos de referencia con el objetivo de ser divulgados en los espacios y mecanismos de participación y socialización realizados con las comunidades que presentan de manera directa o indirecta, una afectación, molestia, queja o inconformidad frente a la operación del aeropuerto. Esto produce que, durante el desarrollo del presente Estudio de impacto Ambiental se evidencie la integración y conocimiento de las comunidades, frente a los aspectos metodológicos para la delimitación del área de influencia del proyecto de acuerdo con los impactos más significativos reconocidos en el proceso iterativo de caracterización y valoración ambiental.

Se debe señalar que durante la ejecución y desarrollo metodológico de la delimitación del área de influencia se cumple con lo establecido por la metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales (Resolución con respecta a:

> *"(…) Es importante tener en cuenta que las metodologías que se empleen para establecer el grado de significancia de los impactos ambientales, deben valerse en lo posible de información cuantitativa y permitir, de acuerdo a las características del proyecto propuesto y las condiciones ambientales particulares del lugar en el que se prevé su desarrollo, calificar y jerarquizar los impactos a fin de seleccionar, según las categorías de valoración que se fijen, aquellos que resulten significativos. (…)"*

Ya que durante el desarrollo de la delimitación del área de influencia del proyecto se relacionaron las condiciones particulares evidenciadas en la trazabilidad de licenciamiento ambiental del proyecto como los estudios ejecutados en la elaboración del presente estudio.

Dada la sinergia que se debe efectuar para la delimitación del área de influencia del proyecto, en el componente socioeconómico, se toman en consideración las unidades territoriales menores para cada zona ya que el proyecto contempla impactos asociados al componente atmosférico tanto para la ciudad de Bogotá D.C. como para el municipio de Funza. Así, el área de influencia se extiende, analiza y evalúa, en unidades territoriales menores de acuerdo con la división político-administrativa en el distrito (Ciudad de Bogotá D.C.) el cual se divide de manera jerárquica de mayor a menor en las siguientes:

En el marco normativo internacional, La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es el organismo especializado en el desarrollo técnico y económico de la aviación mundial, el cual se reglamentó a través del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, también llamado Convenio de Chicago de 1944, firmado inicialmente por 52 Estados. Actualmente se encuentran adheridos al convenio de aviación más de 190 Estados. La OACI en el Anexo 16 "*Protección del medio ambiente*", Volumen I "*Ruido de las aeronaves*" del Convenio de Aviación Civil Internacional, contempla las medidas necesarias para mitigar el ruido producido por las aeronaves mediante el término "*Enfoque Equilibrado para la gestión del ruido – Balance Approach*", estableciendo normas técnicas para la operación de las aeronaves en los estados signatarios del convenio. (Camara de Comercio de Bogotá, 2008) El Comité de Protección Ambiental de la Aviación o CAEP por sus siglas en inglés, es la dependencia de la OACI que establece mediante el Documento 9911, un manual sobre el método para calcular contornos de ruido alrededor de aeropuertos o servidumbres acústicas producto de la operación de un aeródromo, utilizando los procedimientos, información de ruido y rendimientos de aeronaves más recientes disponibles y que cuenta con asistencia de autoridades reguladoras, proveedores de gestión de tránsito aéreo, operadores aeroportuarios, fabricantes de aeronaves, asociaciones de aerolíneas y aerolíneas. (International Civil Aviation Organizatión , 2018)

En el marco normativo nacional, la Resolución 1330 de 1995, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), por la cual se otorga licenciamiento ambiental por la construcción y entrada en operación de la segunda pista del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., estableciendo el área de influencia directa producto de las operaciones aéreas, como el nivel de exposición día-noche (LDN) de 65 dBA para receptores alrededor de dicha terminal aérea. Es entonces que, dadas los impactos de mayor importancia para las comunidades vecinas y del ambiente producto de la operación aérea de este proyecto, se estableció desde entonces esta área de influencia como área de especial atención en las medidas de manejo socio ambiental en la ejecución de este.

Por consiguiente, la adaptación del área de influencia del proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., se establece consecutivamente con el contorno que define el indicador acústico LDN de los 65 dBA producto de las operaciones en aire y tierra que genera dicha terminal. Esta área se obtiene a partir de los modelos matemáticos que se realizan con el presente proyecto y que, mediante la aplicación de algoritmos de predicción sonora, se establecen los

resultados de niveles de ruido georreferenciados por las dinámicas operacionales que presentaría la operación aérea evaluada para los medios de intervención por la ejecución de este proyecto.

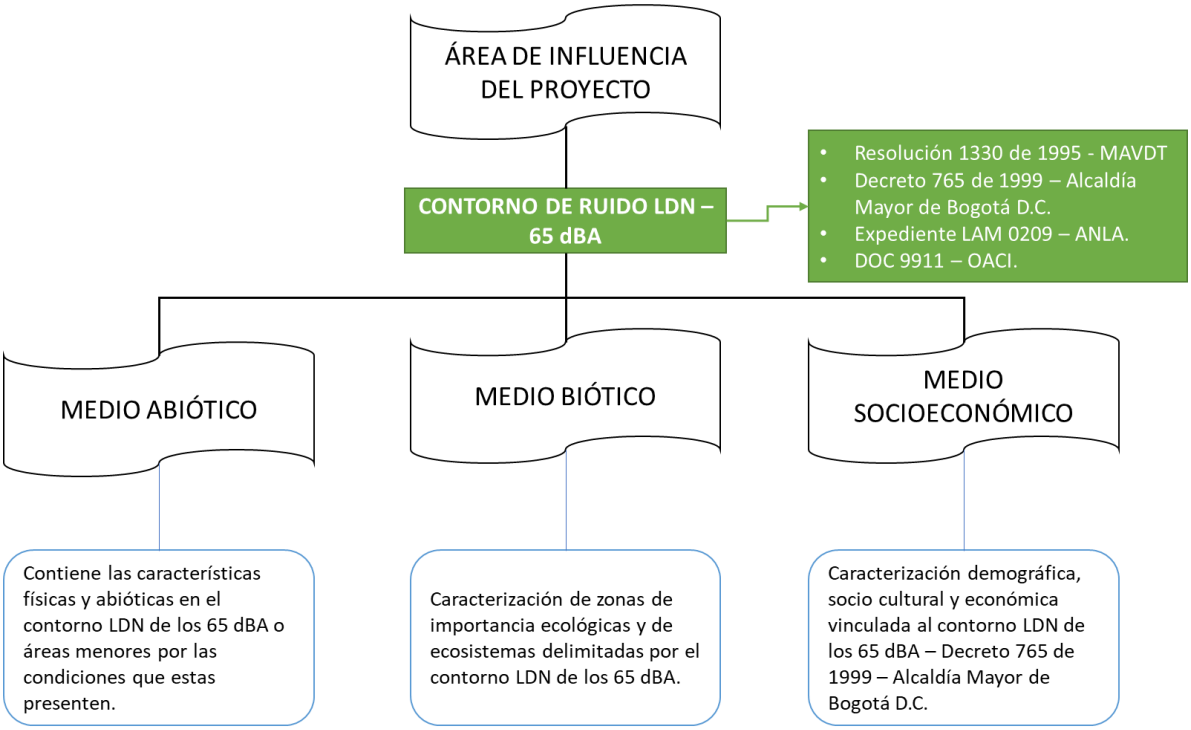


Ilustración 4-1. Definición de Área de Influencia del proyecto.
Fuente: Elaboración propia de estudio.

Para el presente proyecto, el área de influencia corresponde a un área total de 26.17 km^2, vinculando en parte las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá D.C., y en menor proporción cobija la zona rural del municipio de Funza (4 veredas); esta área representa una reducción comparativa frente a la licenciada en la modificación de licencia ambiental del año 2015 del 29.4%.

Área de influencia Licenciamiento ambiental 2015.	Área de influencia Proyecto de modificación de licencia ambiental.
37.05 km^2	26.17 km^2

Para la definición del Área de Influencia del presente proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado, se tiene en cuenta el área de intervención del Plan de Gestión Social y acciones sostenibles dentro de la curva de 65 dBA LDN. Por lo anterior, el área de cada una de las unidades territoriales dentro del contorno de ruido se presenta en la Tabla 4-1 y en la Ilustración 4-1, su ubicación.

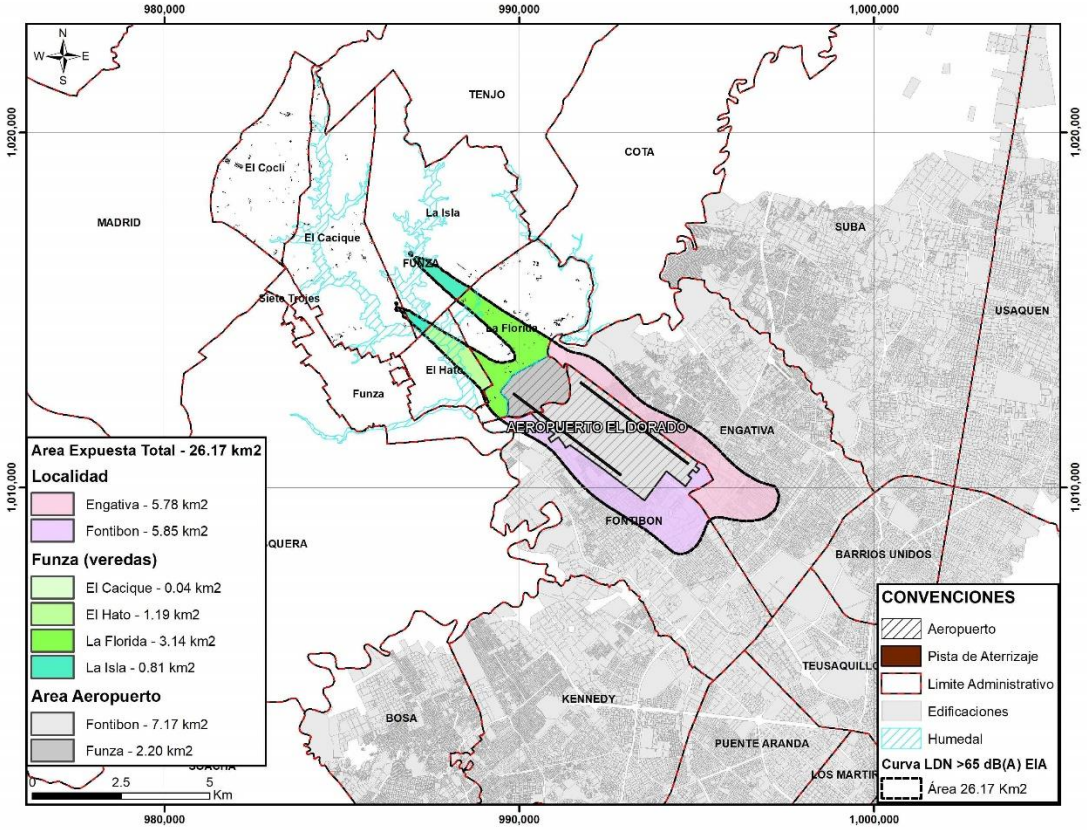


Ilustración 4-2 Área de Influencia del Proyecto de modificación de licenciamiento ambiental.

Fuente: Elaboración propia del estudio a partir de información de IGAC e IDECA.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 GEOLOGÍA

Este apartado tiene como objetivo exponer de una manera sintética los aspectos de mayor relevancia en cuanto a la configuración geológica y tectónica del área de estudio, basados en información secundaria del Servicio Geológico Colombiano (SGC) específicamente la geología de la plancha 227 La Mesa y geología de la Sabana de Bogotá (Ulloa et al., 1998; Acosta & Ulloa, 2001; Montoya & Reyes, 2005), también se utiliza información de la actualización del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá del año 2017 (CAR, 2017). A continuación, se expone el marco geológico y tectónico de la Sabana de Bogotá que es la unidad de análisis regional, asumiendo que las condiciones locales de cualquier sector circunscripto dentro de este dominio están condicionadas a los procesos tectónicos y geológicos de carácter regional. Debido a esto, es imperativo hacer un análisis integral en cuanto a las características de estos dominios y la relación de aspectos locales como tipos de materiales, composición, resistencia y geomorfología de la zona de influencia que corresponde al Aeropuerto Internacional el Dorado (Ilustración 5-1).

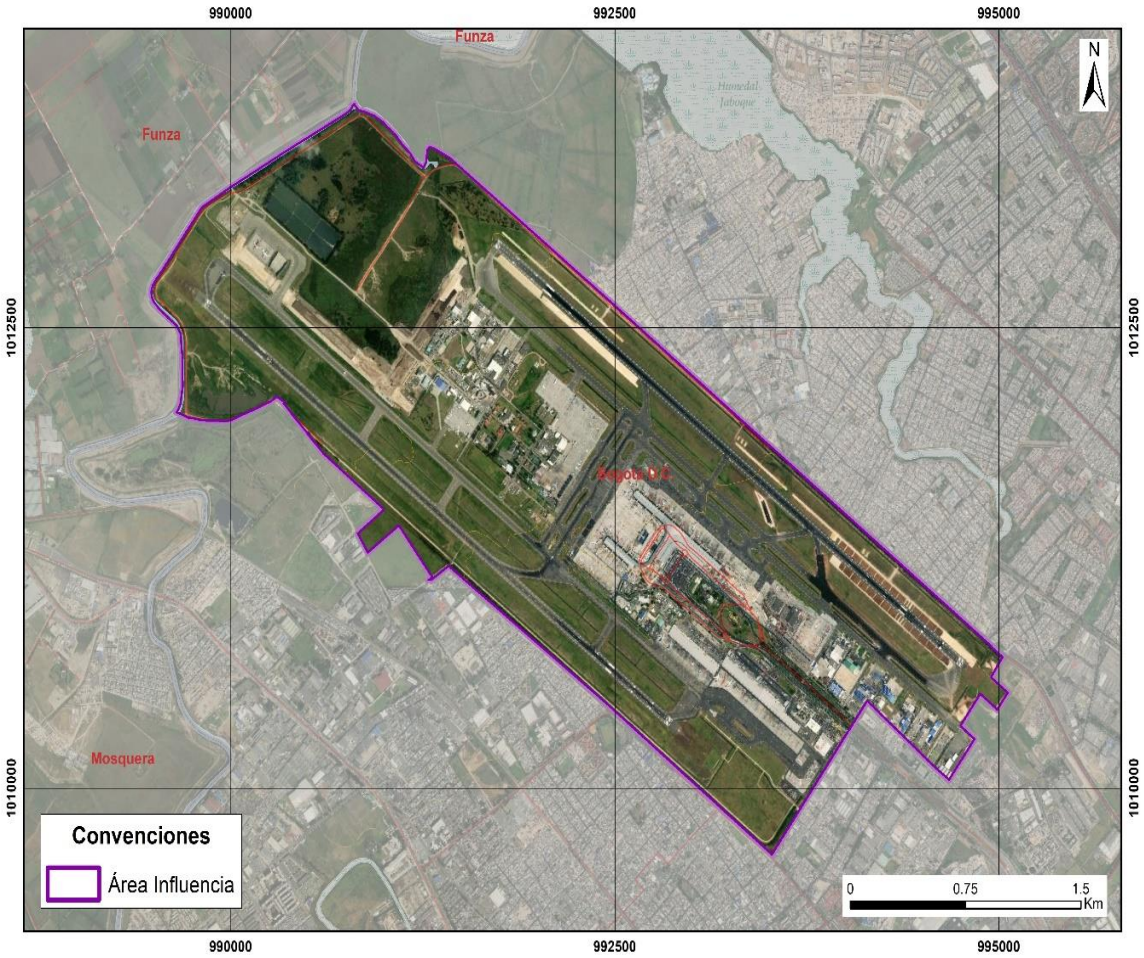


Ilustración 5-1. Zona de influencia del área de estudio sobre el Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

En ese sentido, el marco geológico regional se subdivide en la descripción de la estratigrafía, estructuras tectónicas y orográficas desde el nivel regional hasta el local. Al ser la Sabana de Bogotá un dominio tan extenso, fue evaluada su configuración geológica para los municipios más adyacentes al área de influencia (Montoya & Reyes, 2005; Almeida et al., 2012; Chicangana et al., 2015), estos incluyen en su parte central la ciudad de Bogotá, y hacia el margen occidental los municipios de Cota, Funza, Mosquera, Soacha, Tenjo, Bojacá, y al oriente La Calera. Finalmente, se hace énfasis en la unidad de análisis local que es la zona adyacente al aeropuerto El Dorado, a partir de las Unidades Geológicas Superficiales.

5.1.1.1 Marco geológico regional

La sabana de Bogotá es una cuenca sedimentaria (Chicangana et al., 2005), ubicada en el Departamento de Cundinamarca y ciudad de Bogotá que comprende la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá sobre la Cordillera Oriental. Desde un enfoque fisiográfico, está conformada de manera general por un altiplano con altura promedio de 2600 m.s.n.m.,

bordeado hacía sus zonas laterales por relieves montañosos con alturas de hasta 3600 m.s.n.m. (Acosta & Ulloa, 2001).

La evolución geológica de la Sabana de Bogotá ha estado sujeta a la evolución de la Cordillera Oriental que es un orógeno bivergente producto de la subducción de la placa Nazca sobre Sudamérica (Sarmiento, 2002). La estratigrafía de la Sabana de Bogotá está compuesta por unidades litoestratigráficas con edades desde el Cretácico Superior al Cuaternario, las cuales representan diferentes procesos y características de la sedimentación sobre la Sabana de Bogotá en el tiempo geológico. Las rocas más antiguas de edad Cretácica fueron formadas en ambientes de deposición marinos que evoluciona de manera paulatina a un ambiente de tipo continental fluvial durante finales del Cretácico. Durante el Paleógeno y Neógeno la sedimentación es de origen fluvial, con algunas fluctuaciones en cuanto a la potencia de las secuencias depositadas. Durante el Mioceno, la tectónica activa genero plegamientos y fallamiento que afecto el área de estudio generando acortamiento sobre el margen más oriental, y produciendo secuencias espesas de depósitos recientes productos de la denudación de los bloques levantados (Montoya & Reyes, 2005) (Ilustración 5-2).

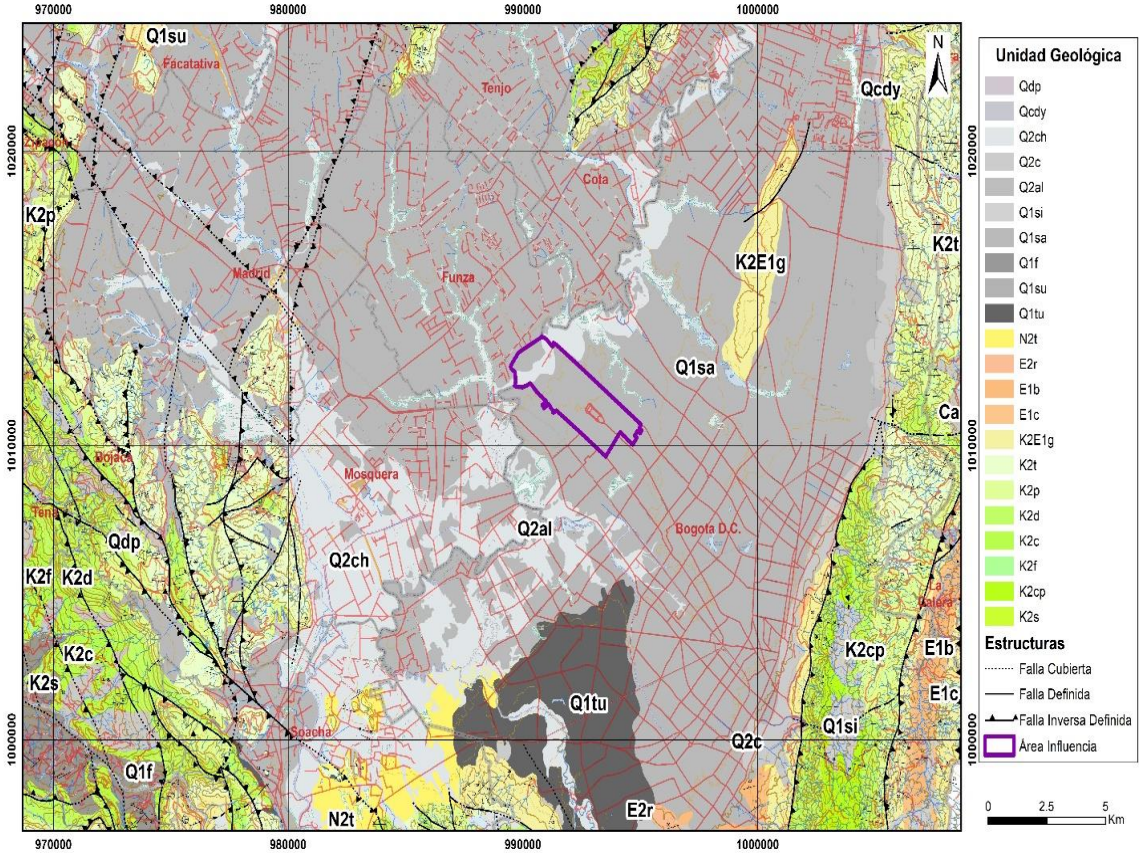


Ilustración 5-2. Mapa Geológico Regional de la Sabana de Bogotá. Nomenclatura basada en las unidades cronoestratigraficas (Montoya & Reyes, 2005). Z Polígono morado indica el área de influencia del aeropuerto el dorado.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.1.1.1 Estratigrafía

Regionalmente, las unidades que comprenden la zona de estudio son rocas con edades desde el Cretácico Superior, Pelógeno, Neógeno hasta el Cuaternario. A continuación, se resumen de manera sintética en función de las recopilaciones bibliográficas reportadas por Acosta & Ulloa (2001), y Montoya & Reyes (2005) (Ilustración 5-3).

- Formación Simijaca (K2S): es una unidad de edad Turoniana, compuesta por una secuencia de lodolitas intercaladas de manera monótona con capas shales y arcillolitas negras. Posee concreciones y presencia de foraminíferos. Su edad basada en paleontología y posición estratigráfica es Turoniana.

- Formación La Frontera (K2F): es una secuencia de shales calcáreos con concreciones de amonitas, con un nivel superior compuesto de limolitas silíceas. Se encuentra en contacto neto sobre la formación Simijaca a la base y Conejo al techo. Su edad basada en amonitas es Turoniana.

- Formación Chipaque (K2cp): está constituida de esquistos piritosos con intercalaciones de areniscas en paquetes tabulares de poco espesor, y niveles de cal a la base y el techo. Posee gran abundancia de material paleontológico. Es una de las litologías que dan el aspecto escarpado sobre los cerros orientales de Bogotá. Su edad basada en paleofauna es Cenomaniano Superior – Santoniano.

- Formación Conejo (K2c): es una unidad que se compone de intercalaciones de arcillolitas, calizas, limolitas silíceas y areniscas. Posee un espesor promedio de 750m, y predominan las litologías lodosas. La edad basada en su posición estratigráfica y en el estudio de amonitas es propuesta como Turoniana a Santoniana.

Grupo Guadalupe

El Grupo Guadalupe aflora al oriente de Bogotá, y está conformado por las Formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Terna. En la Sabana de Bogotá, se reconoce al suprayacer a la Formación Chipaque y Conejo, y por infrayacer a la Formación Guaduas.

- Formación Arenisca Dura (K2d): es una unidad con variaciones de espesor y facies compuesta de ocho conjuntos, compuestos principalmente por areniscas, limolitas, arcillolitas y liditas. Forma una morfología abrupta, generando escarpes y relieves con altas pendientes. Su edad es asignada basados en su posición estratigráfica, y fue asignada como Campaniano Inferior.

- Formación Plaeners (K2p): está compuesta en su sección tipo por arcillolitas, liditas, limolitas y areniscas en baja proporción. Presentan morfología suave debido a las litologías que le constituyen. El contacto con la Formación Arenisca es concordante, y su edad en base a amonitas es Campaniano Superior a Maastrichtiano temprano.

- Formación Arenisca Labor Tierna (K2t): es una unidad litoestratigráfica que posee un espesor de 177m aproximadamente y es subdivida en dos segmentos. El segmento inicial presenta areniscas de grano muy fino, intercalado con limolitas arenosas en

delgadas capas. El segmento que le suprayace corresponde a areniscas de grano fino y muy fino con laminación ondulosa. Su edad basada en especies bentónicas es Maastrichtiano tardío.

- Formación Guaduas (K2 P2G): es una unidad que suprayace al Grupo Guaduas y es escindida en función de su diversidad litológica en 5 segmentos. De manera resumida comprenden a su base secuencias de intercalaciones de arcillolitas, lodolitas y areniscas con laminación lenticular, en algunos niveles se encuentra la presencia de materia orgánica y de mantos tabulares de carbón con restos vegetales. Su edad basada en palinología es de edad Maastrichtiano Superior-Paleoceno Inferior.

- Formación Cacho (E1C): es una unidad litoestratigráfica que litológicamente está constituido por areniscas granulosas, y arcillolitas abirragadas. Se compone de dos segmentos, uno compuesto de arenicas de grano medio hasta conglomeráticas, y el otro compuesto de intercalaciones de areniscas y arcillolitas. Su edad basada en su posición estratigráfica es Paleoceno Superior.

- Formación Bogotá (E1b): está constituida por tres conjuntos uno inferior compuesto principalmente de areniscas y arcillolitas, un conjunto medio conformado por arcillolitas abigarradas entre los cuales se intercalan bancos gruesos de areniscas y arcillolitas, y el conjunto superior formado por bancos de areniscas de grano grueso que se intercalan con arcillolitas abirragadas. Su edad basados en fauna se considera Paleoceno Superior Eoceno Inferior.

- Formación Regadera (E2r): es una unidad litoestratigráfica que posee un espesor aproximado de 756m y agrupa arenisca no consolidadas de grano grueso y capas de conglomerados que alternan con arcillolitas rosadas. En términos generales se diferencian tres segmentos: dos arenosos separados por uno compuesto de arcillolitas. Su edad basados en datos palinológicos es Eoceno Medio.

- Formación Tilata (N2t): es una unidad de origen fluvial de espesor aproximado de 83m compuesta por alternancias de areniscas, arcillolitas y gravas con diferentes episodios de aportes fluviales derivados de ríos trenzados y con alta energía. Su edad por Palinología es desde el Mioceno tardío al Plioceno Inferior.

- Formación Subachoque (Q1su): son depósitos de material fino, arcillas arenosas, orgánicas y turbas-lignitas que se alternan con arenas arcillosas y gravas de espesores de 150m. Su ambiente deposicional es lacustre y fluvioglacial. Su edad ha sido calculada por cronoestratigrafía y corresponde al Pleistoceno temprano.

- Formación Tunjuelito (Q1tu): es un depósito constituido por sedimentos de grano grueso a lo largo de multiples ríos que cruzan la Sabana de Bogotá, y se componen de gravas intercaladas de arenas, cubiertas por sedimentos de la Formación Chia. La edad asignada a este depósito según datos palinológicos y carbono14 es Pleistoceno.

- Formación Sabana (Q1sa): es una secuencia de por lo menos 320m constituida por intercalaciones de arcillolitas grises con areniscas orgánicas con turba y lignitos. Sobre

su zona superior posee suelos constituidos de cenizas volcánicas. Su edad basada en carbono14 es Pleistoceno medio y tardío.

- Formación Chía (Q1ch): se compone de sedimentos fluviales de grano fino que afloran sobre las llanuras de inundaciónd y tributarios al río Bogotá. Su espesor máximo es de 5m compuesto de arcillolitas grises con zonas limosas, fangosas y arcillas orgánicas. Su edad basada en carbono14 es Holoceno.

- Formación río Siecha (Q1si): está constituida por gravas con intercalaciones de arenas, arcillas orgánicas, y paleosuelos húmicos. También posee capas gruesas con bloques envueltos en matriz arcillosa. La edad con base a carbono14 es Pleistoceno medio a tardío.

Holoceno

Durante el Holoceno se sobre impusieron varios procesos que comprenden sedimentación lacustre en las zonas más planas y fluviolacustre sobre sus bordes. Sobre estos se han formado depósitos de tipo aluvial producto de sedimentación fluvial, depósitos coluviales, y finalmente depósitos cuaternarios de tipo conos de deyección y de pendiente.

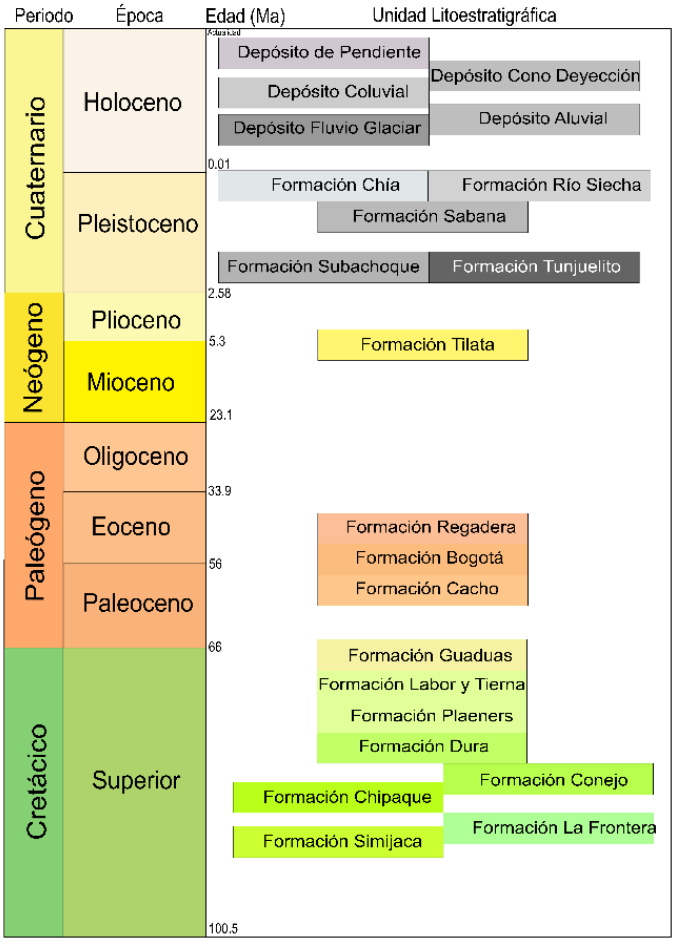


Ilustración 5-3. Columna estratigráfica generalizada y esquemática del área de estudio desde un contexto regional.
Fuente: Basadas en Montoya & Reyes (2005).

5.1.1.1.2 Estructuras Regionales

Las estructuras principales de la Sabana de Bogotá comprenden en un amplio rango dos estilos estructurales (Montoya & Reyes, 2005) que serán descritos de manera resumida a continuación:

1) La zona localizada hacía el occidente, caracterizado por fallas inversas con vergencia hacía el occidente, y algunas rampas laterales de manera local.

2) La zona localizada hacía el flanco oriental de la Cordillera Oriental, con estructuras principalmente de fallamiento inverso con vergencia al oriente, y con estructuras menores con vergencia hacía el occidente.

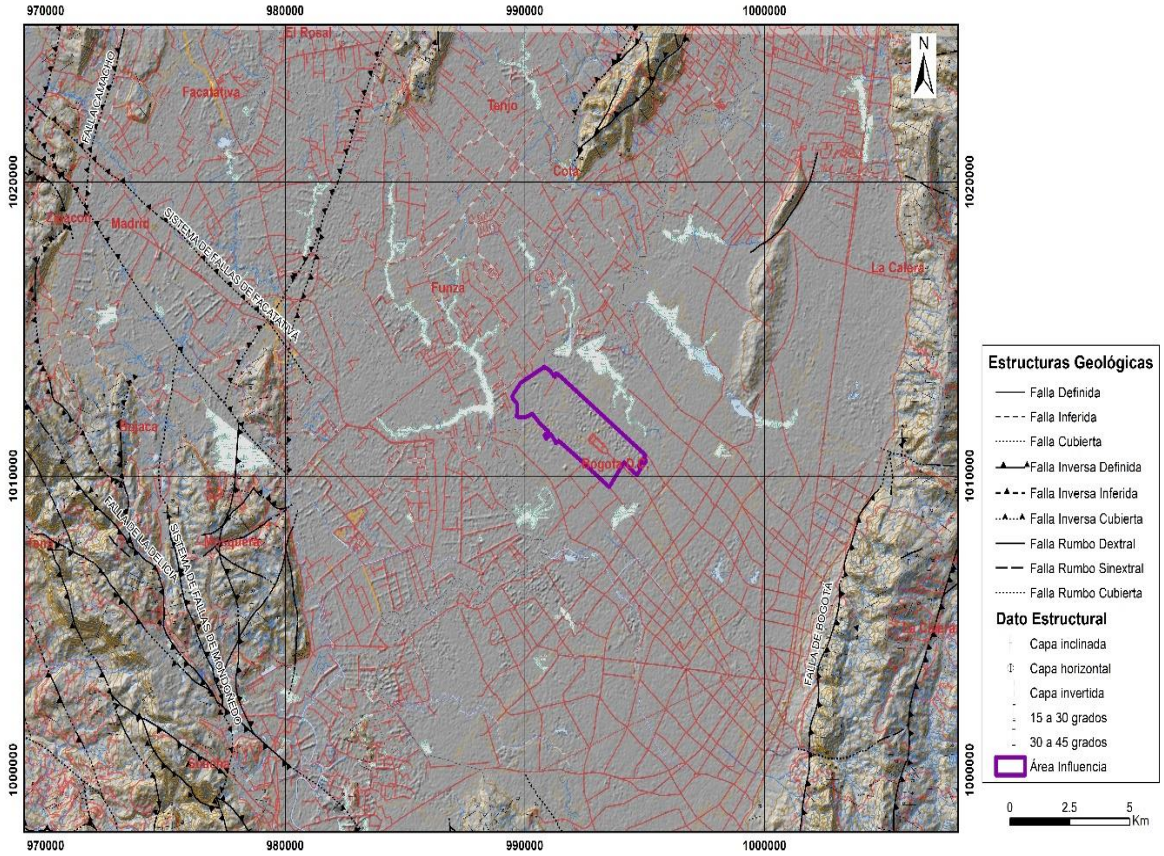


Ilustración 5-4. Estructuras geológicas regionales. La zona de estudio se encuentra dentro de la zona de influencia de dos dominios estructurales caracterizado por fallamiento inverso tanto al este como al oeste.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.1.1.2.1 **Dominio Occidental**

El Sistema de Fallas de Mondoñedo está conformada por al menos 4 fallas de comportamiento inverso que se desprenden de la Falla Santa Bárbara, con dirección NW, y se localizan sobre la zona occidental del área de estudio, afectando principalmente rocas de la Formación Guaduas.

La Falla de Santa Bárbara es una de estas estructuras, localizada al suroccidente de la Sabana de Bogotá. Su dirección preferencial es NE con movimiento lateral izquierdo.

La Falla Facatativá es una falla que se localiza al occidente del área de estudio, es una falla de cabalgamiento con vergencia al occidente, y posee una dirección NW.

5.1.1.1.2.2 **Dominio Oriental**

La Falla de Bogotá se encuentra sobre el dominio oriental, bordeando los cerros orientales de la Sabana (Monserrate), y logra extenderse desde el sur de la Sabana hasta el Norte de la Ciudad de Bogotá. Su trazo presenta un rumbo N10E y es una falla de tipo inversa, con vergencia al occidente.

Hacia el norte se pierde su trazo sobre depósitos cuaternarios, y según la microzonificación sísmica de Bogotá no hay indicios de actividad reciente.

5.1.1.2 Geología local

El área de estudio que comprende al Aeropuerto Internacional El Dorado, basados en la cartografía 1:25000 de la CAR (2017) se localiza sobre la Formación Sabana (Q1Sa) la cual como se describió anteriormente es un depósito de edad cuaternario, que está compuesto de arcillolitas grises, con intercalaciones de niveles delgados de gravas y turbas. Esta formación en términos hidrogeológicos es considerada como un acuitardo debido a sus niveles arcillosos predominantes.

Las unidades geológicas superficiales (UGS) fueron derivadas de información secundaria (CAR, 2017) que posee como valor mínimo cartografiable 2 metros de espesor en función de su escala de análisis, y fue basado en la propuesta del Ministerio de Minas y Energía & Servicio Geológico Colombiano (2004).

5.1.1.2.1 Unidades Geológicas Superficiales

Las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) están definidas como formaciones de materiales que pueden ser correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a que están ambas bajo la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre. Además, permiten estudiar factores de competencia de la roca, y evaluar las variables que intervienen en la generación de movimientos en masa y la zonificación del territorio. En un mapa de UGS se clasifican los materiales geológicos como roca (R), suelo residual (Sr), suelo transportado (St), y suelos antrópicos (Sla) (Ilustración 5-5).

La zona de análisis corresponde a un área de 937 hectáreas en las que se encuentran tres tipos de UGS correspondientes todas a suelos de tipo transportado (Ilustración 5-5). En orden de abundancia la unidad que predomina es la compuesta de arenas de cuarzo y arcillas (Stflsa) que comprende el 77.67% del área, seguido por las arcillas de color gris orgánicas y limolitas (Stfch) que comprende el 21.07% del área de análisis, y finalmente la unidad con menor área está compuesta por depósitos de sedimentos activos y gravas (Stf) colindantes con el trazo del río Bogotá con un porcentaje del 1.2% (Tabla 5-1).

Tabla 5-1: Porcentaje de área cubierta de Unidades Geológicas Superficiales en el área de estudio.

Descripción Materiales	Simbología	Unidad	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
Deposito de sedimentos activos de arenas y gravas		Stf	11.9	1.27
Arcillas de color gris, limos y arcillas organicas		Stfch	197.4	21.07
Arenas de cuarzo, arcillas grises y turbas		Stflsa	727.7	77.67
		Total	937.0	100.00

Fuente: Elaboración propia del estudio.

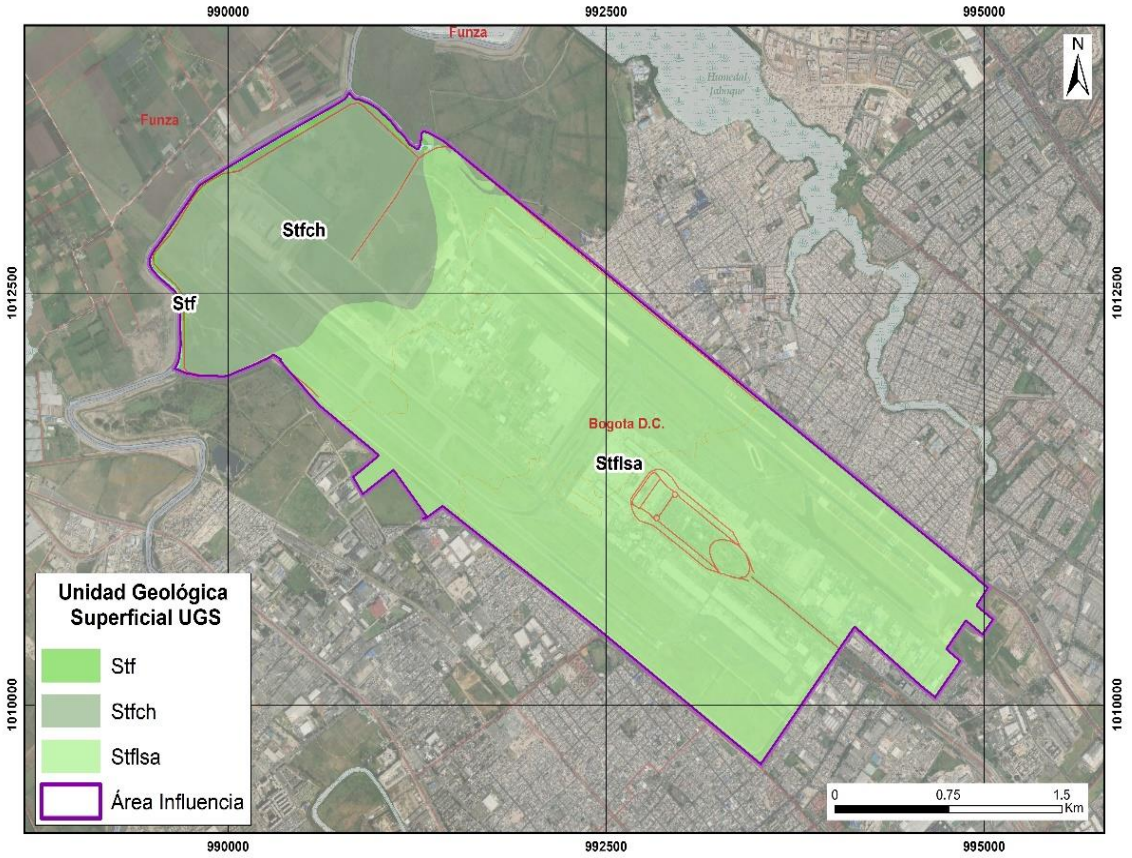


Ilustración 5-5. Mapa del componente temático de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) para el Área de Influencia del Aeropuerto El Dorado.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.1.2.1.1 **Suelo Transportado Aluvial (Stf)**

La unidad Stf corresponde a un suelo transportado aluvial con un área de 11.9 Hectáreas y espesor aproximado sobre el área de estudio de 1 metro. Se localiza sobre la zona norte del área de estudio, en una franja delgada paralela con el cauce del río Bogotá (Ilustración 5-6). Su proceso de formación se atribuye a procesos fluviales que genero un depósito de sedimentos activos de arenas y gravas, con granulometrías que varían desde limos, arenas hasta material con tamaños más gruesos como gravas y cantos.

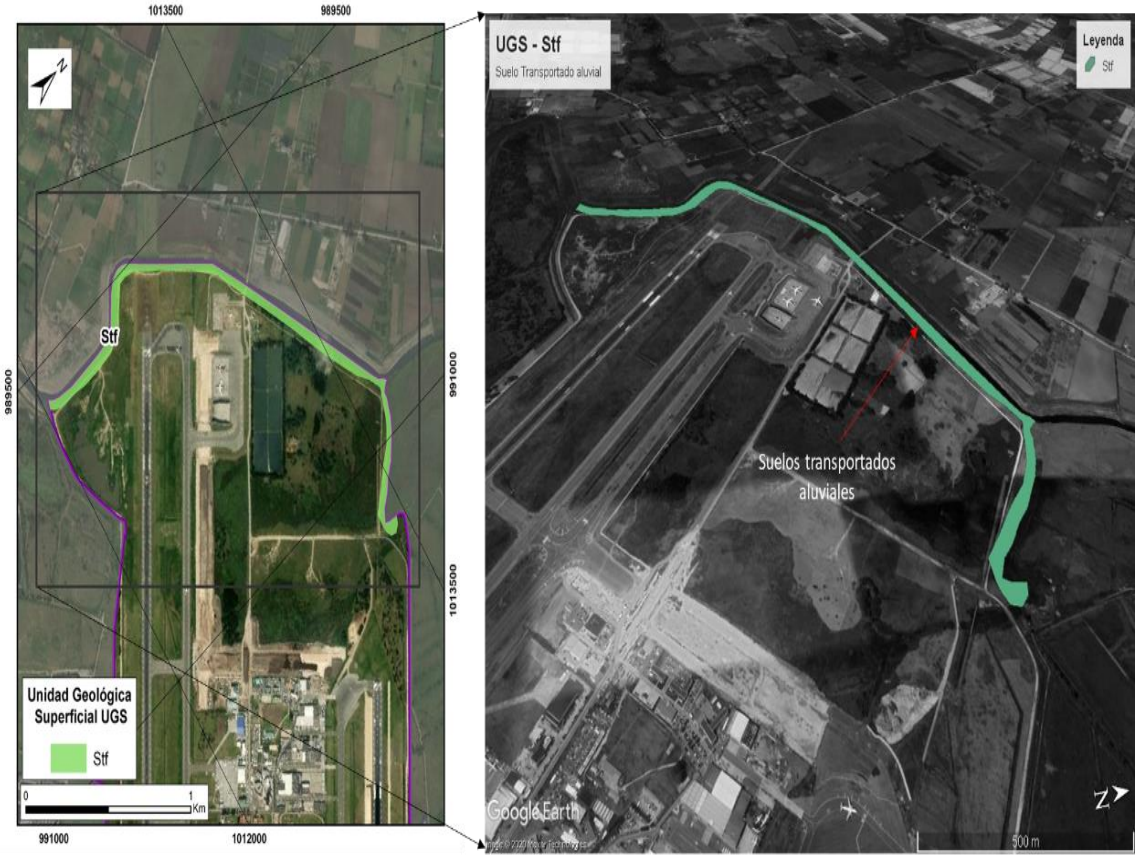


Ilustración 5-6. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado aluvial.

Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.1.2.1.2 **Suelo Transportado Aluvial de la Formación Chía (Stfch)**

La unidad Stfch corresponde a un suelo transportado aluvial perteneciente a la Formación Chía, que posee un área de 194.5 hectáreas y espesor aproximado de 1 metro. Su formación es atribuida a procesos de origen fluvial los cuales generaron un perfil somero de suelo compuesto de depósitos con granulometrías variables, dentro de los que destacan principalmente arcillas de color grisáceo pardo, limos y arcillas con presencia de material orgánico (Ilustración 5-7).

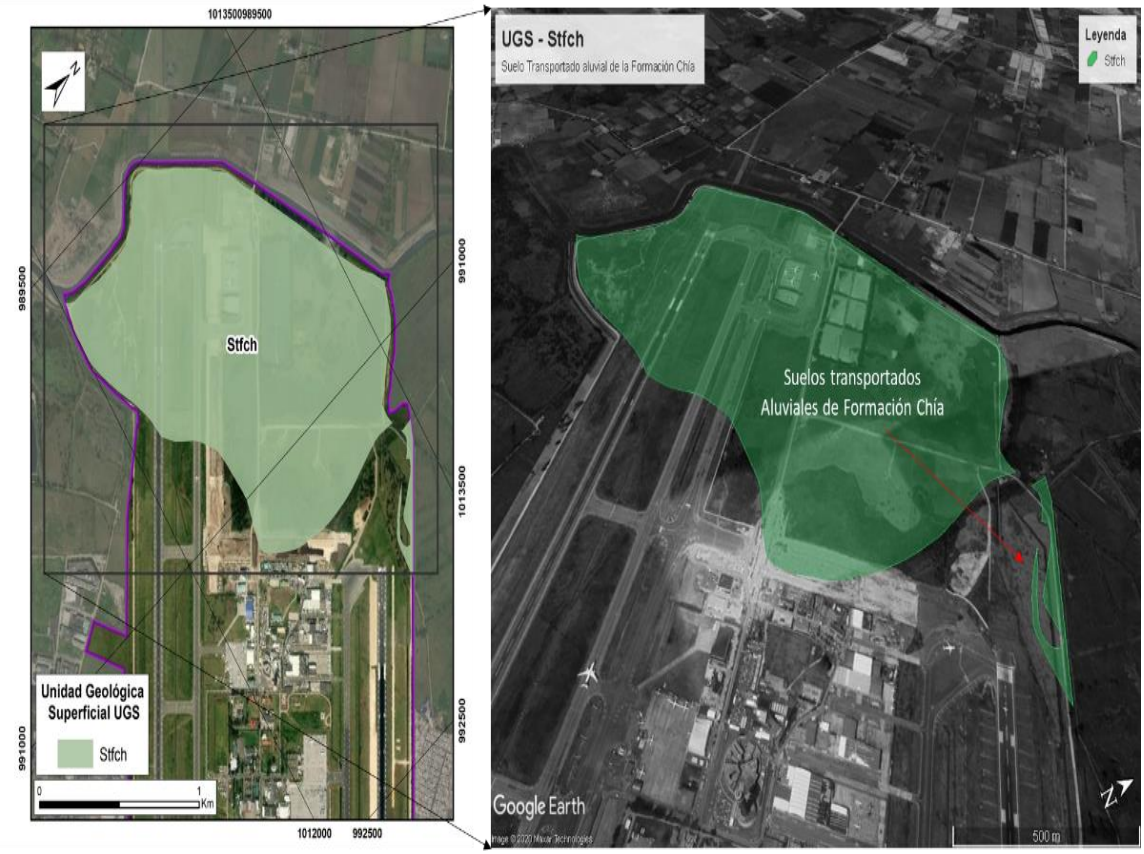


Ilustración 5-7. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado aluvial de la Formación Chía.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.1.2.1.3 **Suelo Transportado fluvio lacustre de la Formación Sabana (Stflsa)**

La unidad Stflsa es categorizado como un suelo transportado fluvio lacustre de la Formación Sabana con área de 727.7 hectáreas y espesor aproximado de 3 metros (Ilustración 5-8). Su génesis es atribuida a procesos fluviales con influencia de ambientes de depositación lacustre, que generaron depósitos con granulometría de lodos, limos y arcillas que forman depósitos soportados de arenas de cuarzo, arcillas de color gris claro y presencia de turbas de origen orgánico.

Ilustración 5-8. Mapa detallado de la unidad geológica superficial correspondiente a suelo transportado fluvio lacustre de la Formación Sabana.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.1.2.2 Zonificación geomecánica de los materiales

La caracterización geomecánica de los materiales que constituyen las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) se realizó basados en la información secundaria de la CAR (2017), y consistió inicialmente en definir el origen del depósito o materiales, seguido por la medición del espesor medio de la unidad, además de la cuantificación de parámetros físicos como el ángulo de fricción del material, la cohesión, y el peso unitario del material (Tabla 5-2).

Tabla 5-2: Parámetros geomecánicos de los materiales inconsolidados del área de estudio.

Origen	Simbología	Espesor Medio (cm)	Fricción (δ°)	Cohesión	Peso Unitario (g)	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
Suelo Transportado Aluvial		5.3	18.9 - 24.0	1.5 - 3.4	1.7 - 2.0	12.0	1.28
Suelo Transportado Aluvial Formación Chia		6.1	18.7 - 24.0	1.4 - 2.6	1.7 - 2.0	197.3	21.06
Suelo Transportado Fluvio Lacustre Formación Sabana		6.1	18.6 - 23.0	1.2 - 2.8	1.7 - 1.9	727.7	77.66
					Total	937.0	100.00

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Tal como se muestra en la Tabla 5-2 y en relación a las unidades geológicas superficiales definidas y descritas previamente, se tiene en rasgos generales que la zona se compone de tres unidades geológicas de superficie, todas correspondientes a suelos transportados con distintas caracterizaciones texturales con tamaños de grano desde arcilla hasta arenas gruesas, pero con propiedades físicas análogas, es decir, poseen valores de ángulo de fricción y cohesión característico de materiales de grano muy fino a fino, tipo lodos, arcillas y limos, que son los materiales que se presentan en la zona de análisis.

En cuanto a sus características individuales, los suelos transportados fluvio lacustres de la Formación Sabana (Stflsa) son los de mayor extensión al ocupar el 77.66% de porcentaje de área cubierto, poseen un espesor medio de 6.1 cm, ángulo de fricción (δ°) entre 18.6 y 23 (δ°) y cohesión entre 1.2 y 2.8. Los suelos transportados aluviales de la Formación Chía (Stfch) se componen de arcillas de color gris, limos y arcillas orgánicas, ocupando el 21.06% del área de análisis, con espesor medio de 6.1 cm, ángulo de fricción (δ°) entre 18.7 y 24, y cohesión de partículas en el rango de 1.4 y 2.6. Finalmente, la unidad de menor proporción de área son los suelos transportados aluviales (Stf) que están sobre un área de 1.28% del porcentaje de área total, poseen un espesor medio de 5.3 cm, ángulo de fricción (δ°) entre 18.9 y 24, y cohesión entre partículas entre 1.5 y 3.4 (Ilustración 5-9).

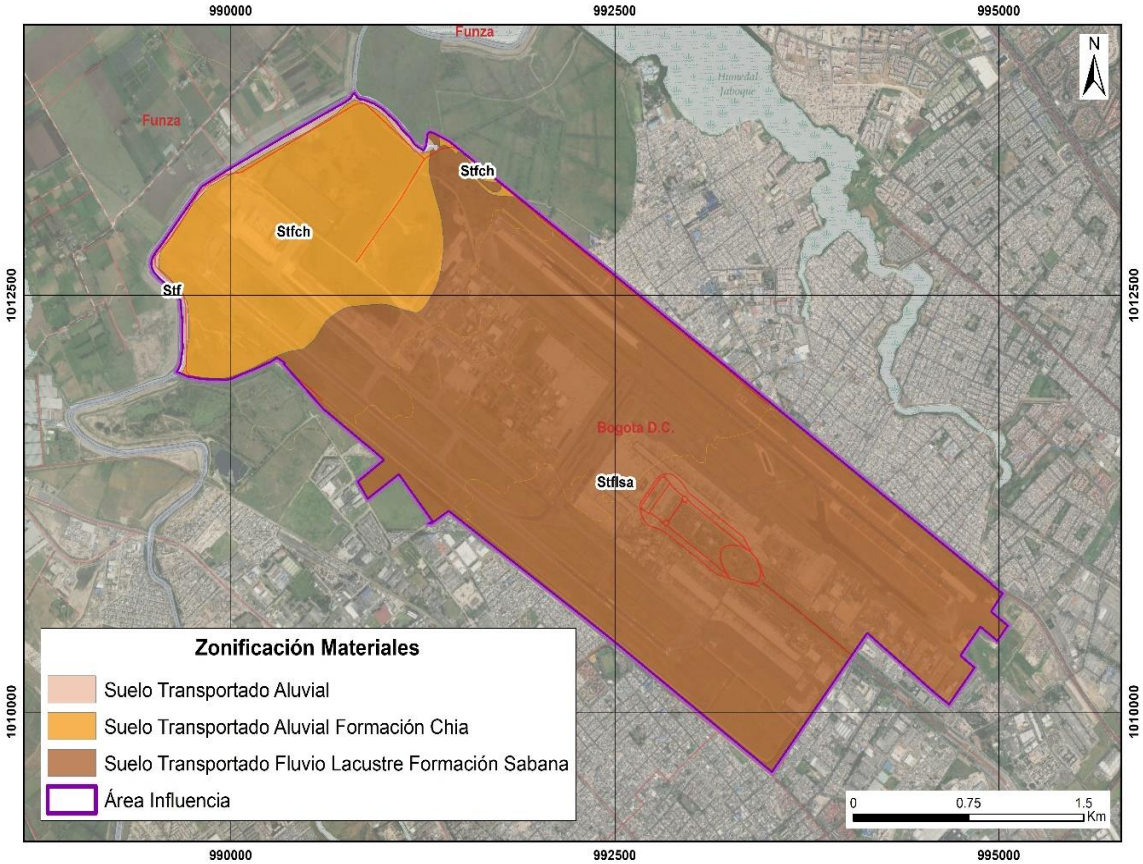


Ilustración 5-9. Mapa de zonificación de los materiales presentes en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.2 GEOMORFOLOGÍA

Esta sección tiene como objetivo describir la componente geomorfológica, morfométrica y de susceptibilidad por remoción en masa del Aeropuerto Internacional El Dorado basados en información de base que incluyen la actualización del plan de ordenamiento y manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá (CAR, 2017), y la cartografía del departamento de Cundinamarca a escala 1:25000. El estudio geomorfológico incluye el análisis de las geoformas y sus procesos genéticos. Dichos procesos se encuentran condicionados por la interacción de múltiples factores como lo son el tipo de material litológico, ambientes de formación, condiciones estructurales, y un factor exógeno representado por las características específicas del área de análisis. Seguido, se describe la variable morfométrica de pendiente que fue derivada del Modelo de Elevación Digital (MDE) con resolución espacial de 12.5 metros. Finalmente, se realizó un estudio multicriterio (SGC, 2017) para determinar el grado de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa basados en la información temática de unidades geológicas superficiales, unidades geomorfológicas, pendientes y usos del suelo. Según las fuentes de información secundaria, imágenes satelitales y la escala de trabajo.

La geomorfología es la ciencia que explica, analiza y describe el relieve terrestre desde el punto de vista de su génesis, y de los factores o procesos que modelan la superficie terrestre (Gutiérrez, 2008). En ese sentido, la evolución geomorfológica de un territorio está sujeta a la evolución geológica (procesos endógenos), a los elementos litológicos y estructurales, a los procesos de carácter exógeno como lo son la acción de agentes como el agua, hielo, y aire, además de factores como la gravedad, la acción biológica y del hombre sobre el medio natural. Es por ello, que para un estudio integral de la geomorfología deben ser evaluadas cuatro variables fundamentales (SGC, 2005; Carvajal, 2011). I) Morfogénesis que hace referencia al origen de las distintas geoformas. II) Morfoestructura que analiza las formas predominantes sobre el relieve, y III) Morfodinámica que respecta a los procesos de carácter denudativo que afectan o pueden afectar en un futuro la zona de análisis.

El análisis geomorfológico de manera integral se realizó según la guía de jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2011) a nivel de unidades debido a la escala de análisis (Ilustración 5-10). Además, fueron realizados dos representaciones de la geomorfología del área de estudio. Un primer enfoque muestra las unidades geomorfológicas en función de lo planteado por el IGAC quienes abordan su estudio desde un enfoque morfométrico del relieve, y paisajístico (Villota, 1997; Martínez et al., 2017). Por otro lado, se realiza el análisis de unidades planteado por Carvajal (2011) sensu stricto, enfocando el análisis en el componente morfogenético, que involucra implícitamente criterios relacionados con factores geológicos como la litología, geología estructural, y los procesos exógenos que se dan sobre la superficie terrestre.

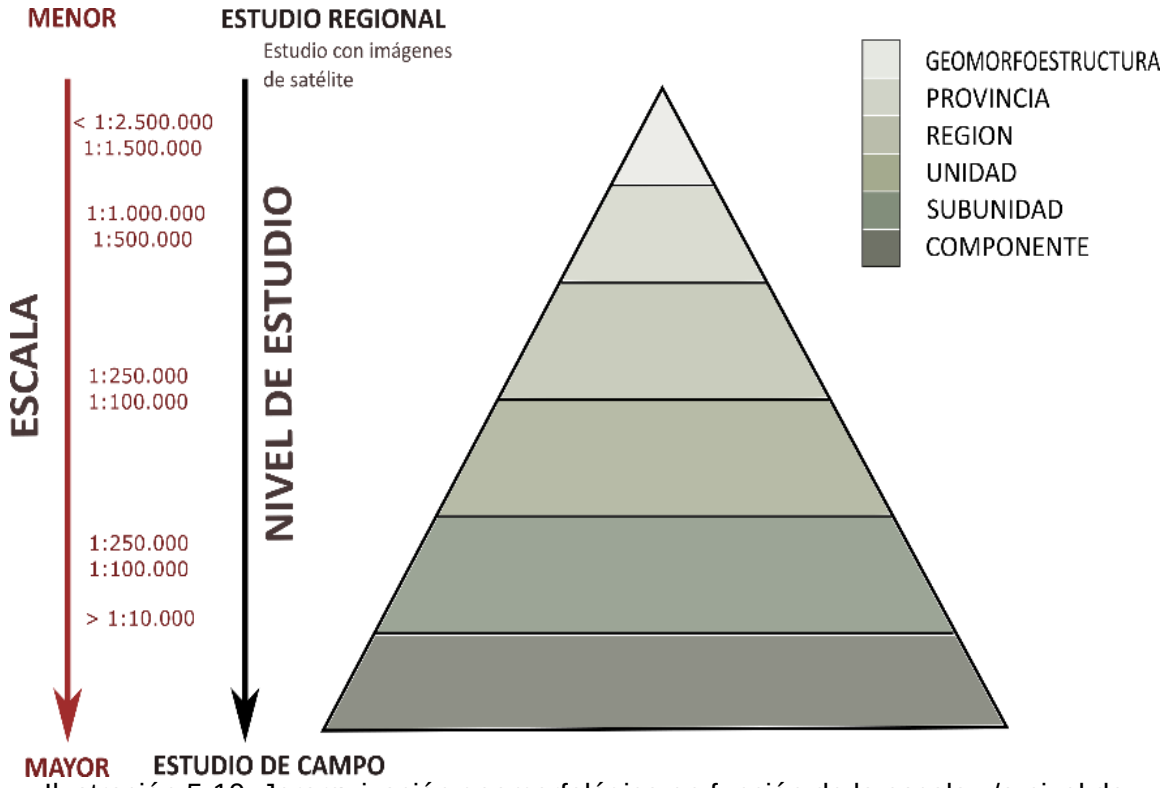


Ilustración 5-10. Jerarquización geomorfológica en función de la escala y/o nivel de estudio.
Fuente: Modificado de Carvajal (2011)

5.1.2.1 Unidades geomorfológicas según IGAC

La clasificación de unidades geomorfológicas según el IGAC se basa en lo planteado por Villota (1997) quien clasifica el paisaje y el relieve desde un punto de vista fisiográfico, es decir, basado en la relación paisaje – suelo, y considerando a las geoformas como el producto de aspectos geológicos, climáticos, y bióticos (Álvarez, 2009).

5.1.2.1.1 Unidades Geomorfológicas

La caracterización geomorfológica del paisaje y del relieve como se muestra en la Tabla 5-3, sintetiza sobre la zona de estudio únicamente los elementos naturales del paisaje y no los antrópicos. Es por ello, que el área total de análisis corresponde en este sentido a 331 hectáreas, mientras que la porción denominada como antrópico corresponde a las 606 hectáreas faltantes para completar las 937 hectáreas totales de análisis.

Tabla 5-3: Unidades geomorfológicas del paisaje según IGAC

Ambiente	Simbología	Unidad del paisaje	Génesis Material	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
Ambiente Denudacional		Lomerio	Aluvial, no consolidado	168.6	50.62
		Planicie	Aluvial, no consolidado	164.5	49.38
Ambiente Estructural		Montaña	-	0	0.00
			Total	333.1	100.00

Fuente: IGAC

Las unidades del paisaje presentes según la información secundaria recopilada, corresponden a ambientes clasificados como erosiónales o denudacionales que generaron unidades del paisaje principalmente de lomeríos y planicies, con un área cubierta de 50.6% y 49.4 hectáreas respectivamente. Los materiales de los cuales se constituyen están geoformas fueron caracterizados como materiales inconsolidados formados principalmente por procesos aluviales. Los lomeríos son prominencias topográficas colinadas, producto de intensos procesos de denudación, mientras que las planicies corresponden a porciones del terreno con bajos relieves y bajas pendientes (Gutiérrez, 2008) (Ilustración 5-11).

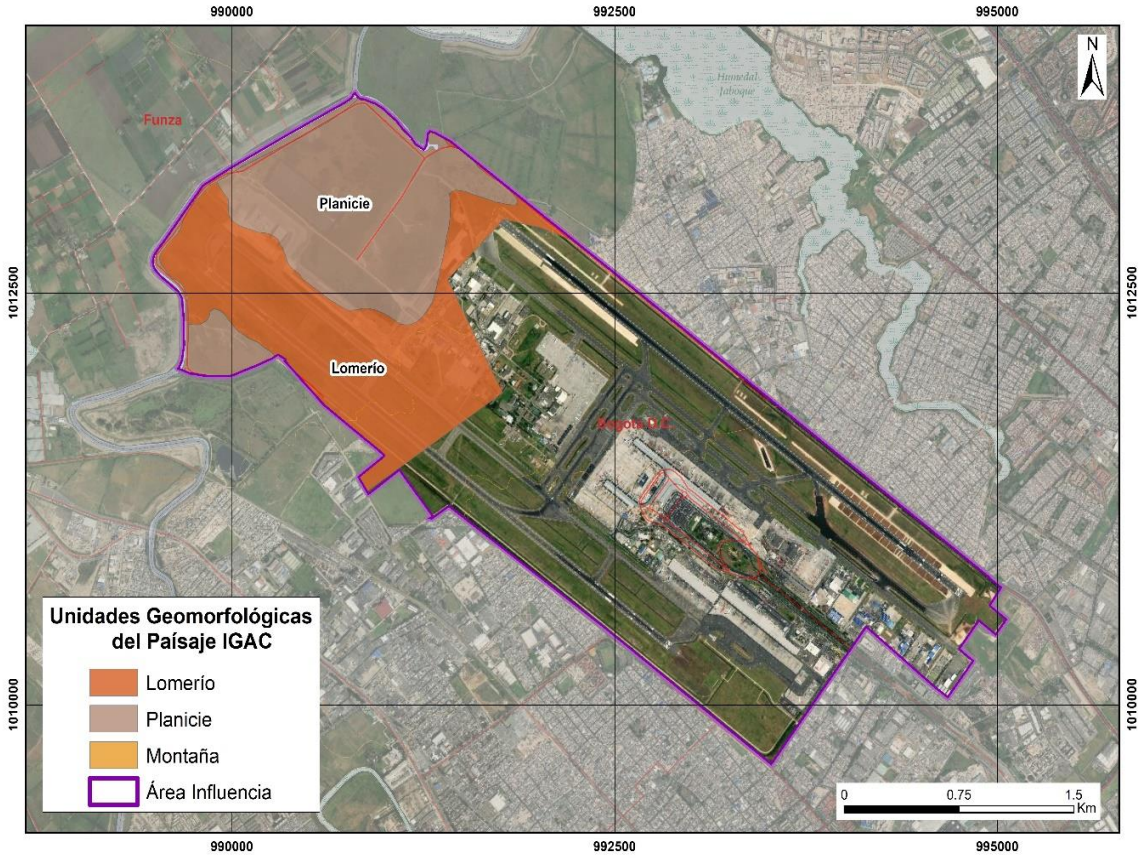


Ilustración 5-11. Unidades geomorfológicas del paisaje según lo planteado por Villota (1997)

Fuente: Modificado de Villota (1997)

En cuanto a las unidades del relieve, se tiene que son unidades definidas principalmente para la elaboración de estudios edafológicos y se basa en la clasificación del relieve en función de sus atributos morfográficos, morfométricos, morfogenéticos y morfocronológicos (Martínez et al., 2017). En orden de abundancia por área cubierta predominan formas de relieve abanicos y planos, las cuales están desarrolladas sobre suelos transportados de la formación Chía y la Sabana, mientras que la unidad de menor extensión corresponde a vallecito que se da en una franja con dirección casi este-oeste, paralela al trazo del río Bogotá, y se da sobre suelos transportados aluviales (Ilustración 5-12).

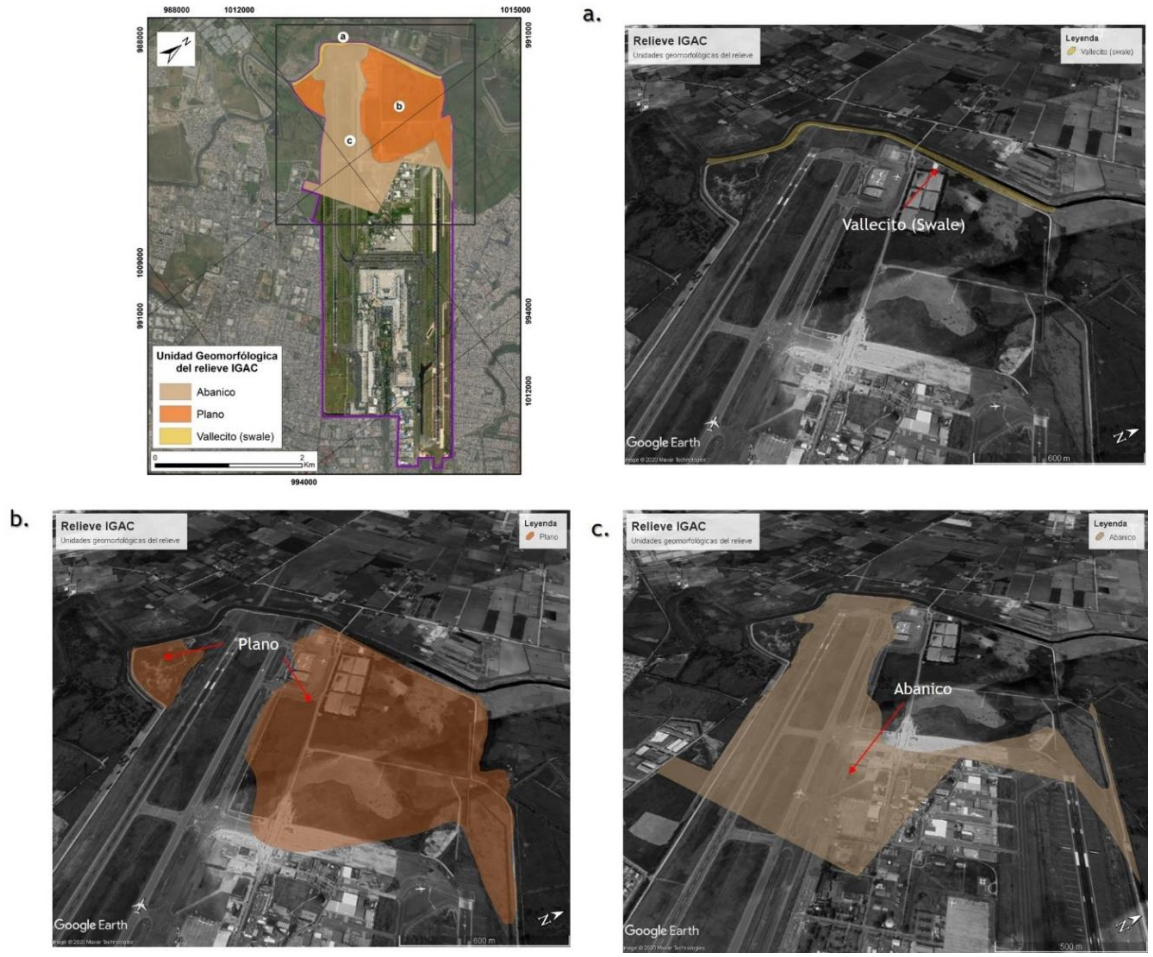


Ilustración 5-12. Unidades del relieve del área de estudio según Villota (1997). a) Detalle de la geoforma denominada vallecito. b) Detalle de la geoforma plano. c) Detalle de la geoforma vallecito

Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.2.1.2 Unidades geomorfológicas según SGC

La clasificación de unidades geomorfológicas según el Servicio Geológico Colombiano (SGC) como se planteó anteriormente se basa en la descripción del relieve terrestre

haciendo hincapié en los procesos morfogenéticos, y la geoforma resultante de la interacción de la superficie con distintos agentes (Carvajal, 2011).

Según Carvajal (2011) y la Ilustración 5-10, la zona de estudio regionalmente se localiza sobre la provincia geomorfológica de la Cordillera Oriental (Carvajal et al, 2004), la cual corresponde a un orógeno que fue afectado por un régimen de esfuerzos compresivo que deformaron las antiguas secuencias depositadas e invirtieron la cinemática de las fallas preexistentes. Lo cual genero una serie de plegamientos principalmente anticlinales asociados a fallamiento inverso, además de fallas transversales y de rumbo con dirección preferencialmente noreste-sureste (Montoya & Reyes, 2005).

De una manera más local en la zona convergen tres ambientes geomorfológicos en el que el ambiente antrópico posee un 80.32% del área cubierta. Entre los ambientes geomorfológicos de origen natural el fluvial es el más prominente al tener cuatro geoformas caracterizadas y un porcentaje de área cubierta del 15.64%, y en menor proporción el ambiente denudacional que posee una geoforma de acumulación con un 4% del área total (Tabla 5-4) (Ilustración 5-13).

Tabla 5-4: Ambientes y unidades geomorfológicas según el Servicio Geológico Colombiano

Ambiente	Nomenclatura	Simbología	Unidad Geomorfológica	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
Ambiente Fluvial	Fc		Cauce aluvial	12.5	1.33
	Fca		Cauce abandonado	16.0	1.71
	Fcd		Cuencas de decantación	7.1	0.76
	Fpi		Planicie o llanura de inundación	111.0	11.85
Ambiente Denudacional	Dga		Glacis de acumulación	37.8	4.04
Ambiente Antropogénico	Ant		Zona Urbana	752.59	80.32
			Total	937.0	100.00

Fuente: Servicio Geológico Colombiano

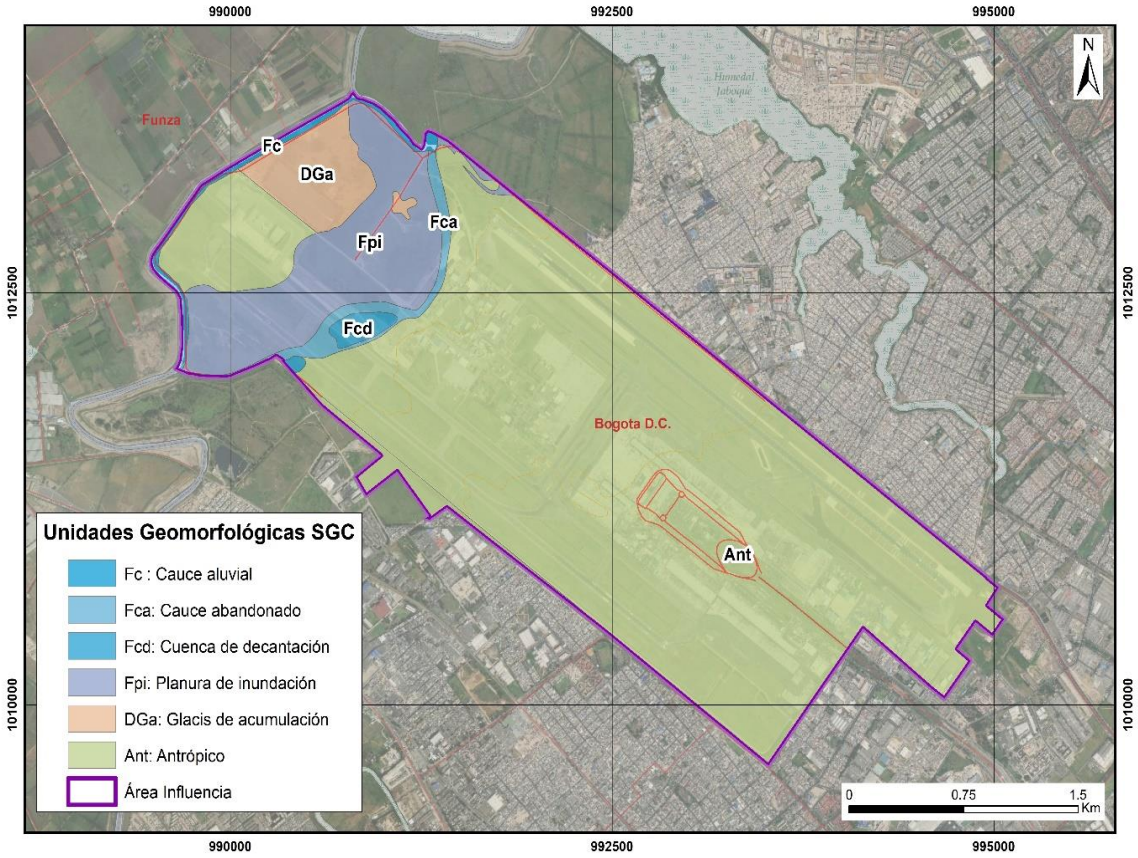


Ilustración 5-13. Unidades geomorfológicas del área de estudio.
Fuente: Adaptado de Carvajal (2011) y SGC (2005)

5.1.2.1.3 Ambiente Fluvial

Hacen referencia a geoformas generadas por procesos de erosión y sedimentación debidos a la acción del agua (Carvajal, 2011), ver Ilustración 5-13 e Ilustración 5-14 a.

Cauce aluvial (Fc): Canales de forma irregular generados por la excavación del agua al discurrir por una superficie. Se generan en zonas de morfología plana como en macizos montañosos, siempre generando erosión en uno de sus laterales y deposición sobre el margen opuesto (SGC, 2005). Sobre la zona de análisis corresponde al límite noroccidental, constituido por una franja alargada en dirección NE-SW, que posee el 1.33% de área cubierta, y sus dimensiones son de 12.5 hectáreas.

Cauce abandonado (Fca): Son generados debido a la acción hidráulica sobre las orillas, que generan que la geometría del canal se curve hasta el punto de cambiar de cauce (SGC, 2005). Sobre la zona de estudio se localiza sobre el límite suroriental, en el borde que delimita las geoformas de origen natural con las de ambiente antrópico. Posee una forma elongada ocupando el 1.71 de área cubierta y un área de 16 hectáreas.

Cuencas de decantación (Fcd): Geoformas cóncavas, pobremente drenadas y de bajo relieve. Son interpretados como remanentes de agua después de desbordes temporales de

canales o ríos (SGC, 2005). Sobre la zona de análisis se localizan paralelas a la geoforma de cauce abandonado con forma elíptica elongada en la dirección del cauce, ocupa el 0.76% de área cubierta y un área de 7.1 hectáreas.

Planicie o Llanura de inundación (Fpi): Geoformas a modo de franjas generadas a los márgenes de cauces fluviales, poseen como característica morfología y topografía baja, y relieves llanos a suavemente ondulados (SGC, 2005). En la zona de estudio está compuesta por material sedimentario de la Formación Chía, y es la que mayor extensión posee con el 11.85% de área cubierta y un área de 111 hectáreas.

5.1.2.1.4 Ambiente Denudacional

Es determinado por los procesos erosivos hídricos y pluviales, producto de meteorización, erosión o remoción en masa de geoformas pre-existentes (Carvajal, 2011), ver Ilustración 5-13 e Ilustración 5-14 b.

Glacis de acumulación (Dga): Superficie de acumulación de longitudes moderadamente largas y suavemente inclinadas. Su génesis es asociada a la acumulación de material fino por procesos de erosión laminar (SGC, 2005). Se localiza sobre el límite noroccidental, colindante con el cauce aluvial del río Bogotá. Está compuesta de suelos transportados de la Formación Chía, y posee un porcentaje del 4% y un área de 37.8 hectáreas.

5.1.2.1.5 Ambiente Antropogénico

Formas del terreno, producto de la actividad del hombre que modifica la superficie (Carvajal, 2011), ver Ilustración 5-13 e Ilustración 5-14 c.

Zona Urbana (Ant): Hacen referencia a la zona de interés del Aeropuerto Internacional El Dorado, posee la mayor extensión de la zona de estudio con el 80.32% de área cubierta y un área de 752.5 hectáreas (SGC, 2005). Sobre esta unidad se encuentra la arquitectura principal y operacional del aeropuerto que incluyen pistas de despegue, infraestructura administrativa y logística (Ilustración 5-13 e Ilustración 5-14).

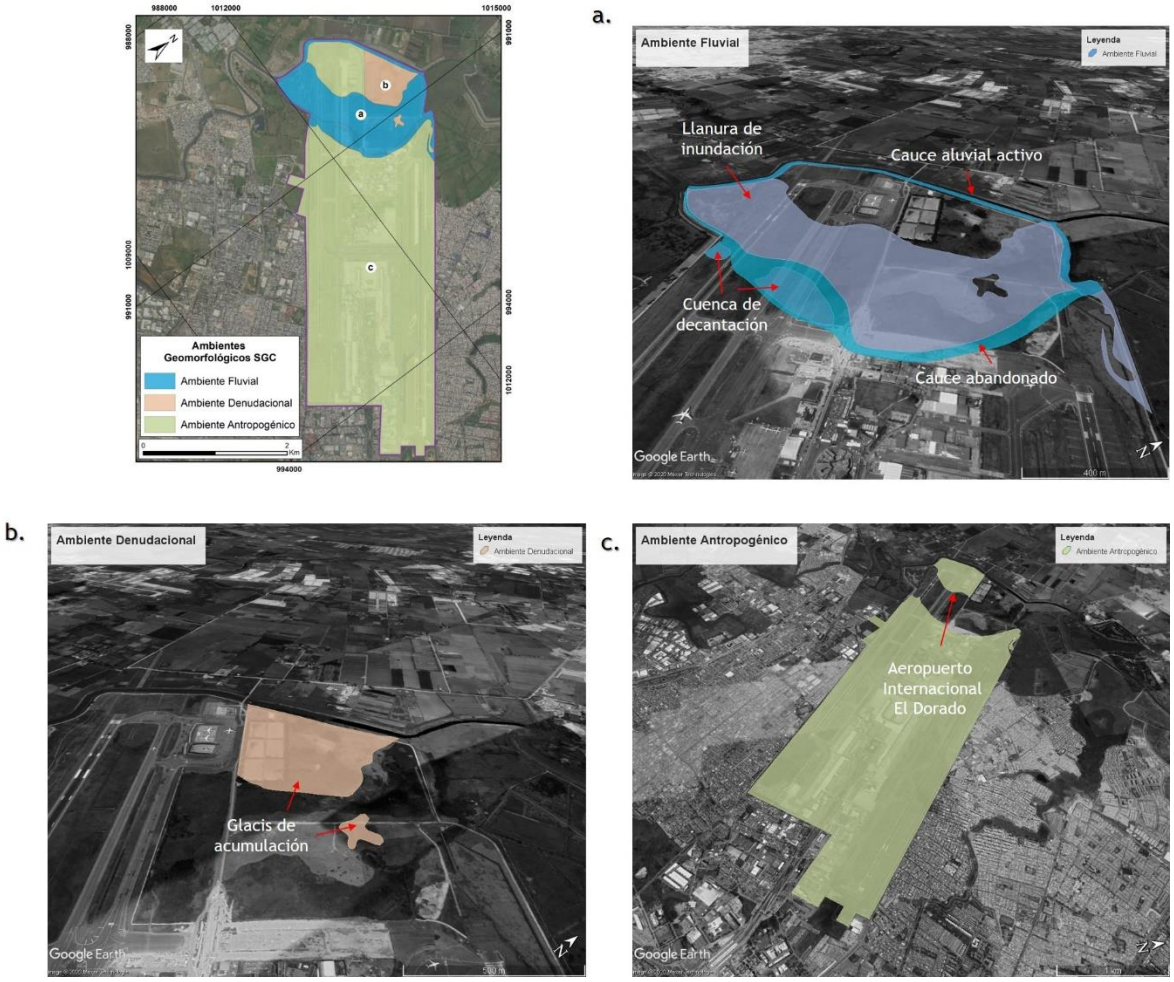


Ilustración 5-14. Ambientes y unidades geomorfológicas según Carvajal (2011) y SGC (2005). a) Detalle de geoformas en ambiente fluvial. b) Detalle de geoformas en ambiente denudacional. c) Detalle de geoformas en ambiente antropogénico.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.2.2 Morfometría del relieve: pendientes

La variable pendiente es una variable geomorfométrica extraída del procesamiento de un Modelo de Elevación Digital (MDE). Representa la tasa de cambio de la elevación (verticalidad) de una porción de terreno y es expresada en unidades de grados o porcentaje (Chang, 2019).

La pendiente fue generada a partir del procesamiento en base SIG de la topografía digital descargada desde el portal de VERTEX (https://search.asf.alaska.edu/) de la misión ALOS y del instrumento PALSAR que consiste en un radar de apertura sintética (SAR) en frecuencia L que genera capas de elevación a partir del procesamiento interferométrico de imágenes de radar con resolución espacial de 12.5 metros (JAXA, 2008). Estos productos son de alto nivel y permiten la cuantificación de variables del relieve como la pendiente o el aspecto de las laderas, información de mucha importancia en estudios geomorfológicos y de amenazas por remoción en masa.

Después de generar la capa temática de pendientes, esta fue reclasificación del mediante la herramienta reclassify, según los rangos establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2005) para la capa en porcentaje de elevación, y en grados respecto a un plano horizontal. Posteriormente fue convertida a modelo de datos vectorial para ser añadida a la estructura de la base de datos geográfica (GDB).

5.1.2.2.1 Pendiente en porcentaje (%)

De acuerdo a la propuesta de clasificación hecha por el IGAC (2005) se establecieron siete categorías temáticas para poder escindir tanto de manera cualitativa según la interpretación o cuantitativa según el rango la elevación porcentual del área de estudio (Tabla 5-5).

Tabla 5-5: Clasificación de las pendientes en porcentaje para el área de estudio.

Rangos (%)	Simbología	Interpretación	Clase	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
0 - 3		A nivel	Clase I	24.1	2.57
3 - 7		Ligeramente Inclinada	Clase II	416.1	44.41
7 - 12		Moderadamente Inclinada	Clase III	329.8	35.19
12- 25		Fuertemente Inclinada	Clase IV	158.8	16.94
25 - 50		Ligeramente escarpada o empinada	Clase V	8.3	0.88
50 - 75		Moderadamente escarpada	Clase VI	0.0	0.00
75 - 100		Totalmente escarpada	Clase VII	0.0	0.00
			Total	937.0	100.00

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Según la tabla anterior, podemos concluir que la zona de análisis posee valores de pendiente que están entre 1% hasta 50%, en donde el rango de valores que mayor predomina corresponde a pendientes ligeramente inclinadas con valores entre 3-7% y un porcentaje de área cubierto de 44.4 % y 416 hectáreas. Contrariamente, las pendientes de menor representatividad son las altas pendientes con valor entre 25 y 50%, que solo poseen el 0.8% de área ocupada y una extensión de 8.3 hectáreas (Ilustración 5-15).

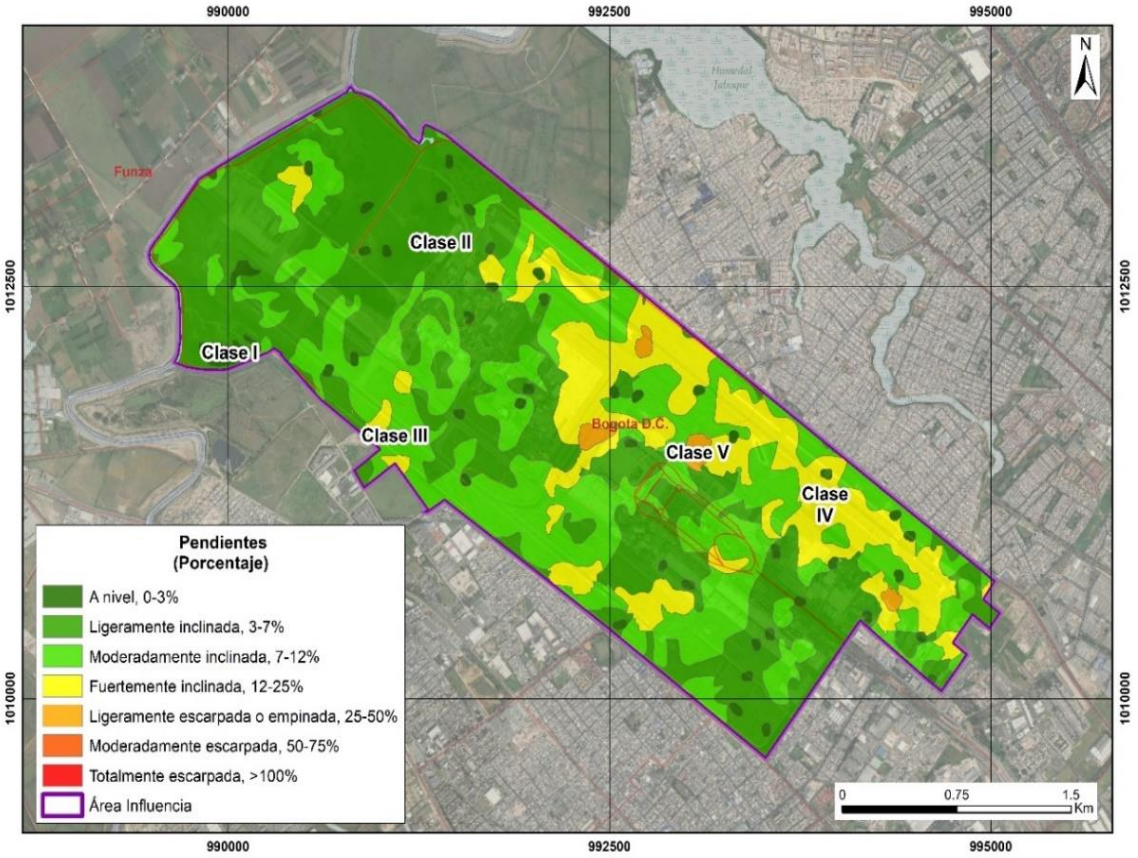


Ilustración 5-15. Mapa de pendientes (%) sobre la zona de interés en el Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.2.2.2 Pendiente en grados (°)

Siguiendo la misma metodología planteada por el IGAC (2005) se establecieron siete categorías temáticas con diferentes rangos, (0-1°), (1-3°), (3-7°), (7-15°), (15-35°), (35-75°), (75-90°) (Tabla 5-6).

Tabla 5-6: Clasificación de las pendientes en grados (°) para el área de estudio.

Rangos (°)	Simbología	Clase	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE CUBIERTO(%)
0 - 1		Clase I	24.1	2.57
1 - 3		Clase II	416.1	44.41
3 - 7		Clase III	329.8	35.19
7 - 15		Clase IV	167.0	17.83
15 - 35		Clase V	0.0	0.00
35 - 75		Clase VI	0.0	0.00
75 - 90		Clase VII	0.0	0.00
		Total	937.0	100.00

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Como se observa en la tabla anterior, las estadísticas en cuanto a la comparación de los resultados de pendientes expresadas en valores porcentuales y en grados, no muestran disparidad debido a que corresponden a una misma fuente de datos, se diferencias únicamente por las unidades de medida. Según la Ilustración 5-16, predominan sobre la zona de interés pendientes de clase II representadas por valores entre el rango de (1-3°) que cubren un área porcentual del 44%, seguido por pendientes en el rango entre (3-7°) en un área del 35.9%. Lo anterior evidencia el carácter casi llano, en el que predomina una topografía llana levemente inclinada.

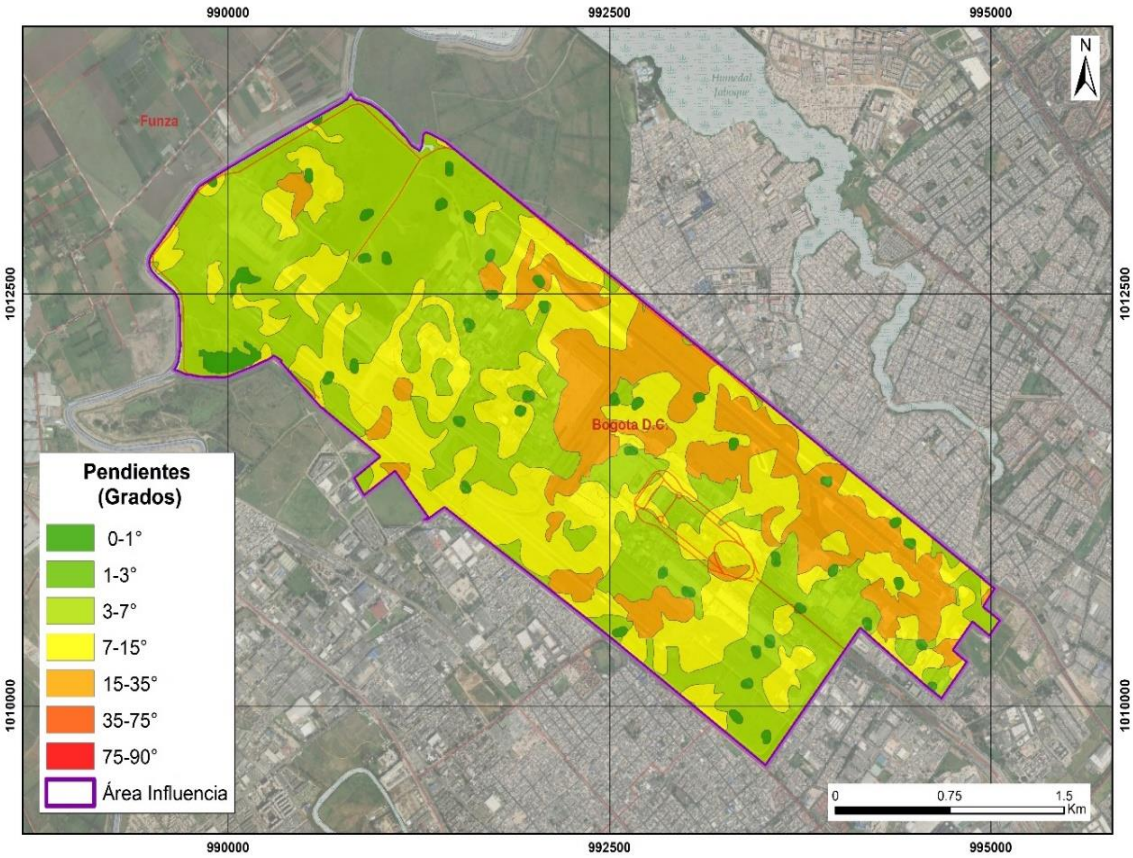


Ilustración 5-16. Mapa de pendientes (°) sobre la zona de interés en el Aeropuerto Internacional el Dorado.

Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.2.3 Susceptibilidad por remoción en masa

Es la medida del grado de susceptibilidad o probabilidad de que se produzca inestabilidad de un macizo o un movimiento en masa, en función de una serie de variables que condicionan la estabilidad del terreno. Para generar esta capa temática, las variables geo ambientales que deben modelarse son geomorfología, geología, morfometría y cobertura y usos del suelo, las cuales son modeladas espacialmente mediante la aplicación de métodos estadísticos en un sistema de información geográfica (SGC, 2017). En nuestra zona de estudio debido principalmente a las características litológicas, estructurales y morfométricas

manifiestas por la CAR (2017) en la actualización del POMCA Bogotá, se presenta un grado de susceptibilidad baja sobre toda el área de interés (Ilustración 5-17).

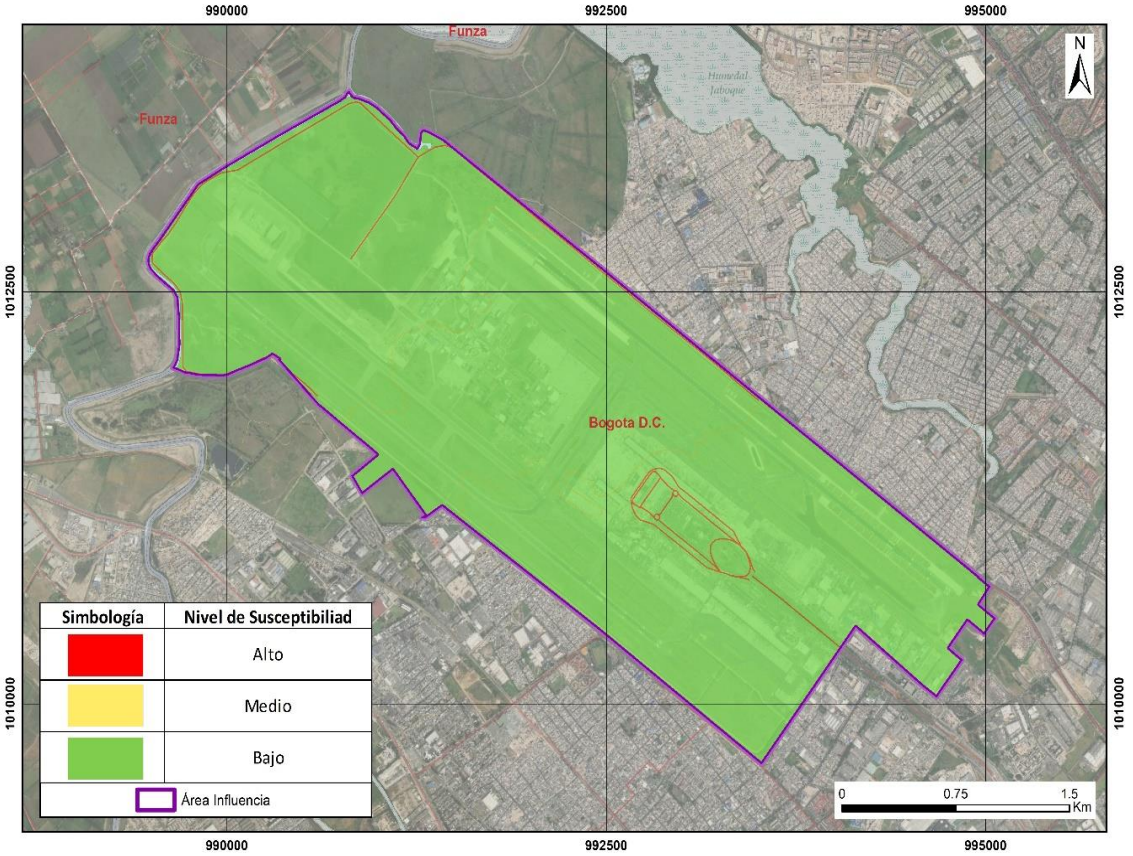


Ilustración 5-17. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa sobre la zona de análisis.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.3 PAISAJE

5.1.3.1 Unidades de paisaje geomorfológico

Las unidades de paisaje que abarcan el área de influencia del aeropuerto Internacional El Dorado, corresponde en su mayoría a paisajes de relieve plano, debido a que se encuentran influenciados por el río Bogotá, en estos se crean grandes extensiones de pendientes bajas, donde se presentan estancamiento de las aguas lluvias y de escorrentía, creando áreas pantanosas. En la Tabla 5-7 se observa las diferentes unidades de paisaje que se han encontrado dentro del área de estudio.

Tabla 5-7: Unidades de paisaje geomorfológico.

Paisaje Geomorfológico	Área (Ha)	% Área
Basín	15,14	0,53
Cuerpo de Agua	9,78	0,34
Dique artificial	33,31	1,17

Paisaje Geomorfológico	Área (Ha)	% Área
Humedales	62,64	2,20
Llanuras de inundación	201,54	7,08
Planicies y deltas lacustrinos	2489,81	87,43
Planos anegadizos	35,53	1,25
TOTAL	2847,74	100

Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.3.1.1 Basín

Este paisaje corresponde a depresiones de poca profundidad con alta humedad, en esta zona ocurre sedimentación de materiales arrastrados por las diferentes corrientes de agua, por lo tanto, los materiales depositados son de tamaño medio a fino como lo son los limos y las arcillas, para el área de estudio representa el 0.53%.

5.1.3.1.2 Cuerpo de Agua

Corresponde a depósitos de agua permanente y al tramo del rio Bogotá que atraviesa el área del proyecto, este último ha sido encajonado artificialmente para evitar su desbordamiento en épocas de lluvia, en total este paisaje ocupa un 0.34% del total del área.

5.1.3.1.3 Dique Artificial

El dique artificial es un jarillón elaborado por el proyecto, tiene poca altura y se construyó con material de tierra a los lados del río Bogotá con el fin de evitar el desborde en épocas de crecientes del cauce, ocupa el 1.17% del total del área de estudio.

5.1.3.1.4 Humedales

Este paisaje corresponde a las acumulaciones o estancamientos de agua en los sitios bajos y con poca profundidad, que generan ecosistemas propios, esta unidad ocupa un 2.2% del total del área de estudio.

5.1.3.1.5 Llanuras de inundación

Esta unidad se origina de la dinámica del río, donde la deposición de gran cantidad de materiales de limo y arcilla transportados por el río forman una superficie plana y de baja pendiente. Su área corresponde al 7.08%.

5.1.3.1.6 Planicies y deltas lacustrinos

Son relieves plano-cóncavos que se crean por el desbordamiento del río y por el estancamiento de las aguas de escorrentía, forman zonas muy húmedas con corrientes

pequeñas de agua que forman deltas diminutos, ocupan el 87,43% del total del área, por lo que corresponde al área de mayor tamaño.

5.1.3.1.7 Planos anegadizos

Son algunas áreas semi onduladas que permiten la acumulación de agua en las épocas de lluvias y que permanecen húmedas, ocupan el 1.25 del total del área de estudio.

5.1.3.2 Definición de las unidades de paisaje ecológico

Para definir las unidades de paisaje ecológico se llevó a cabo la superposición de los mapas temáticos de paisaje geomorfológico a nivel de relieve y de uso actual del suelo, sobre las cuales se realiza el análisis de la visibilidad y la calidad visual del paisaje. Los paisajes ecológicos se identifican mediante la asignación de símbolos que están conformados, por una parte, el relieve y la otra parte el tipo de uso actual, tal como se observa en la Tabla 5-8.

Tabla 5-8: Unidades de paisaje ecológico.

Paisaje Geomorfológico		Paisaje ecológico	Área (Ha)	% Área
Relieve	Uso actual			
Basín	Infraestructura de transporte	Bitr	10,75	0,38
Basín	Pastoreo extensivo	Bpe	4,39	0,15
Cuerpo de Agua	Recursos hídricos	Carth	9,78	0,34
Dique artificial	Apropastoril	Dagp	19,51	0,69
Dique artificial	Infraestructura de transporte	Ditr	11,89	0,42
Dique artificial	Pastoreo extensivo	Dpe	1,90	0,07
Humedales	Recursos hídricos	Hrh	62,64	2,20
Llanuras de inundación	Infraestructura de transporte	Litr	121,94	4,28
Llanuras de inundación	Pastoreo extensivo	Lpe	79,61	2,80
Planicies y deltas lacustrinos	Apropastoril	Pdagp	409,34	14,37
Planicies y deltas lacustrinos	Infraestructura industrial y comercial	Pdiic	512,46	18,00
Planicies y deltas lacustrinos	Infraestructura de transporte	Pditr	825,76	29,00
Planicies y deltas lacustrinos	Infraestructura urbana	Pdiu	693,33	24,35
Planicies y deltas lacustrinos	Pastoreo extensivo	Pdpe	46,17	1,62
Planicies y deltas lacustrinos	Recursos hídricos	Pdrh	2,74	0,10
Planos anegadizos	Apropastoril	Paagp	15,50	0,54
Planos anegadizos	Infraestructura de transporte	Paitr	20,02	0,70
	TOTAL		2847,74	100

Fuente: Elaboración propia del estudio.

De acuerdo a la tabla anterior se observa que el paisaje ecológico predominante en el área de estudio es el de Pditr, que ocupa un 29% del total del área, el cual se presenta con la infraestructura de transporte correspondiente al aeropuerto y en un relieve de planicies y deltas lacustrinos, es un paisaje alterado por toda la intervención antrópica que ha experimentado como efecto de la urbanización de Bogotá.

El paisaje Pdiu se encuentra también sobre el relieve de planicies y deltas lacustrinos, donde se desarrolla la infraestructura urbana de la ciudad, con poca armonía paisajística y

supremamente intervenida por la acción antrópica, tal como se observa en la tabla anterior cuenta con una extensión de 24,35% del total del área.

Otro paisaje ecológico que ocupa un área considerable es el Pdiic que ocupa un 18% del total del área, es un espacio dedicado a la infraestructura industrial y comercial, sobre un relieve de planicies y deltas lacustrinos; al igual que los anteriores altamente intervenidos por la acción antrópica y visualmente con baja armonía con respecto al medio.

El paisaje ecológico Pdagp se encuentra sobre planicies y deltas lacustrinos con un uso de sistemas agropastoriles, donde se encuentra una intervención menor que los paisajes anteriores, debido a que todavía existen inter relaciones con el medio biótico, por lo tanto, es un paisaje con mayor calidad visual.

Los demás paisajes ecológicos que se relacionan en la Tabla 6 presentan menores áreas, sin embargo, son importantes para su evaluación y desempeño dentro del medio que los circunda.

En la Ilustración 5-18 se presentan los diferentes paisajes ecológicos que componen el área de estudio.

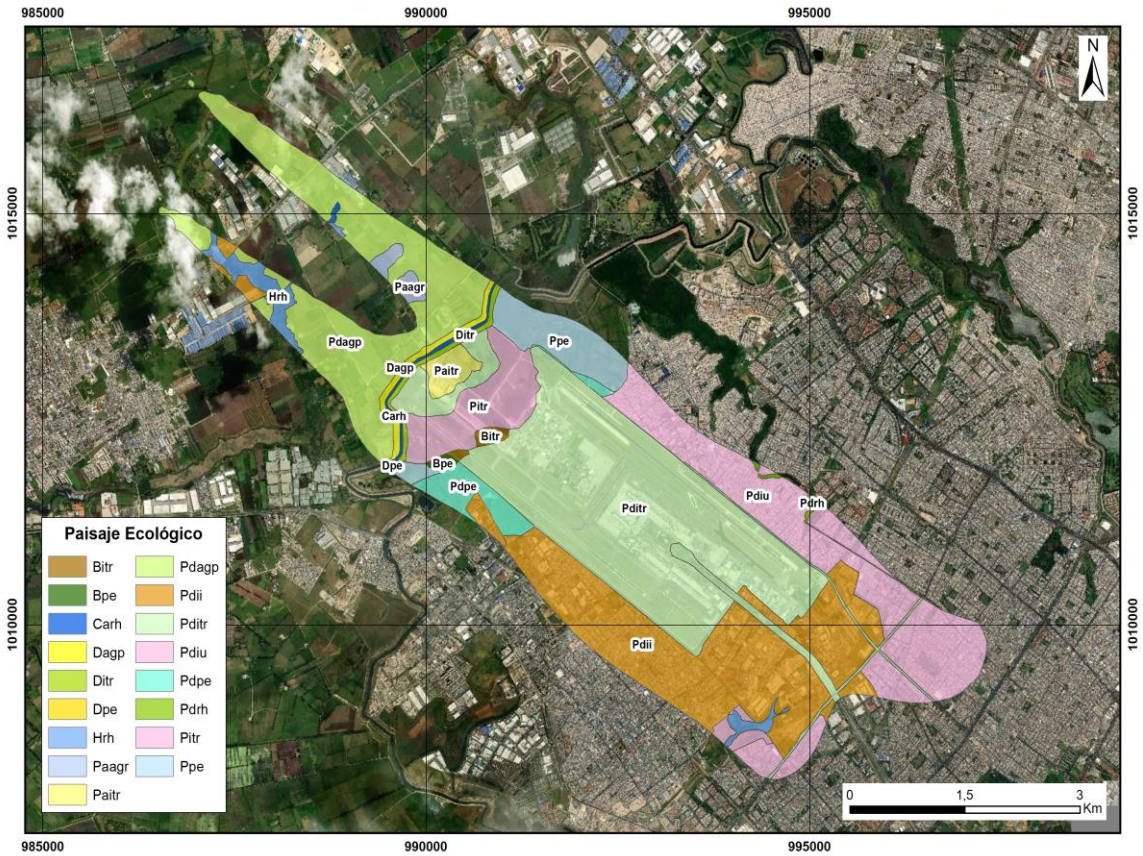


Ilustración 5-18. Paisajes ecológicos.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.4 DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA DEL PAISAJE

La estructura de la ecología del paisaje consta de tres elementos fundamentales, que son los que generan el funcionamiento, estos son: matriz, parches y corredores.

5.1.4.1 Matriz

Es el área más extensa de un paisaje, se encuentra interconectada entre sí por medio de espacios más pequeños, dependiendo de su forma, extensión y tipo de cobertura puede expresar el grado de alteración o degradación de un paisaje.

En el área de estudio predominan dos tipos de matriz, la primera urbana, donde se encuentra la distribución de todo tipo de construcciones que los habitantes utilizan para diferentes actividades, caracterizándose por un tejido continuo de infraestructura residencial, industrial, comercial y de transporte entre otros. Esta posee una dinámica biótica muy baja por su alta intervención antrópica. Otra matriz existente es la de pastos y cultivos, la cual posee una dinámica biológica moderada. Es utilizada por los habitantes de la zona para producción de alimentos de tipo agrícola y ganadero hacia el occidente del rio Bogotá y presenta alta intervención antrópica, por lo tanto, una diversidad biológica baja.

5.1.4.2 Parches

Los parches están contenidos dentro de la matriz y corresponden a áreas homogéneas aisladas de pocos metros cuadrados hasta kilómetros, tienen una misma vegetación o estructura y cumplen una función específica; pueden ser hábitats que soportan o mantienen una especie en particular o varias.

Dentro del área de estudio se encuentran diferentes tipos de parches que son utilizados como infraestructura de transporte, agricultura, humedales y ganadería, estos presentan una dinámica biológica baja que está acorde con su alta intervención antrópica.

5.1.4.3 Corredores

Son los intercomunicadores o conexiones entre los parches y la matriz que generalmente son de forma alargada o longitudinal y pueden ser naturales o artificiales. Un ejemplo de corredor es un cuerpo de agua como el rio Bogotá, el cual incluso se encuentra como límite geopolítico de Bogotá con algunos municipios. La distribución de este tipo de formas se observa en la Ilustración 5-19.

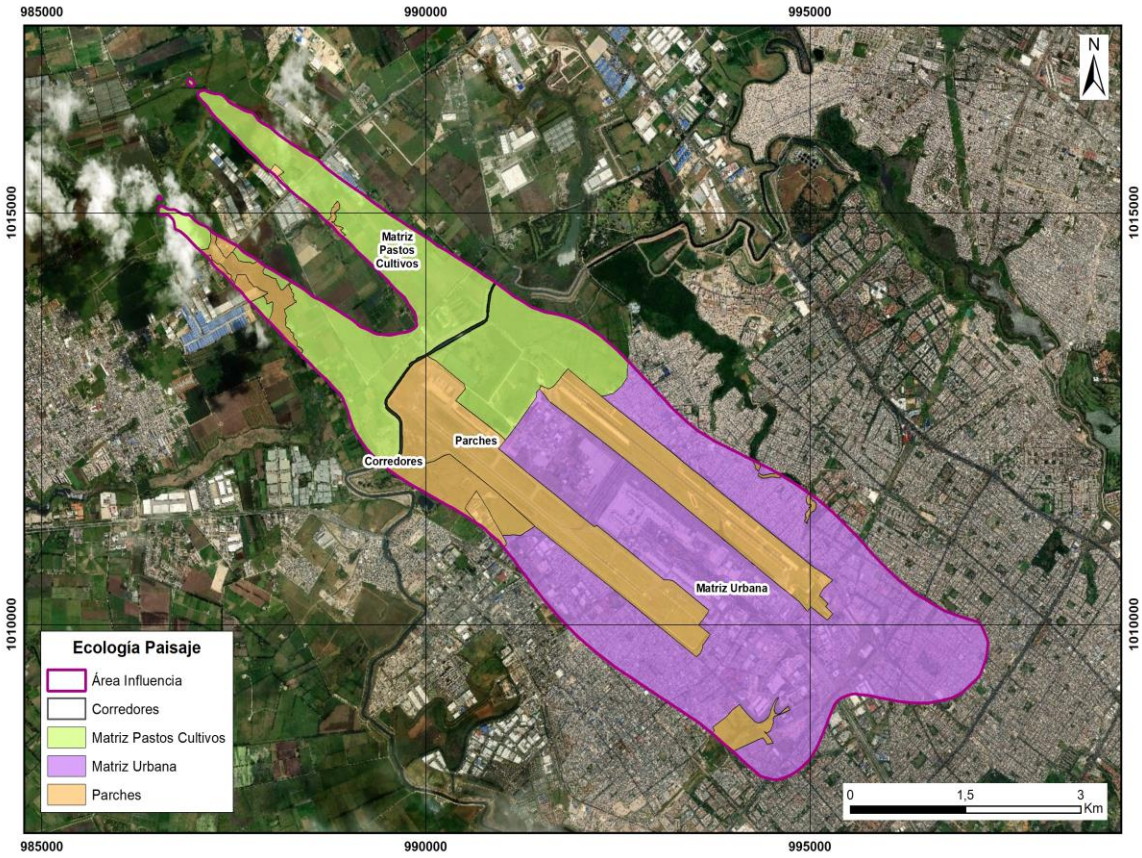


Ilustración 5-19. Ecología del paisaje.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.4.4 Análisis de visibilidad y calidad paisajística

Se evaluó la calidad visual del paisaje teniendo en cuenta la metodología de BML del (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 1984), la cual contempla la evaluación de los paisajes ecológicos de acuerdo a la presencia o no de los elementos que constituyen el medio natural y la intervención antrópica. En el área de estudio no se encontró un tipo de paisaje que corresponda a un paisaje de tipo A o B (alta, media calidad visual) de acuerdo con la metodología anterior, por lo tanto, la calificación del área que se da es de tipo C o baja calidad visual, debido a la gran intervención y contaminación de tipo antrópica.

5.1.4.4.1 Accesibilidad Visual

El área por ser un relieve casi plano, para todas las unidades de paisaje se tiene una accesibilidad paisajística baja, que se encuentra en un rango hasta de 800 metros para tener una visibilidad de los diferentes elementos del paisaje, a mayor distancia, no se distinguen fácilmente los diferentes elementos.

5.1.4.4.2 Capacidad de absorción visual y fragilidad visual

La capacidad de absorción visual es muy alta debido a que no existe diferencia de relieve sustancial sobre el terreno y por tanto cualquier elemento que se introduzca dentro del paisaje no va a ser fácilmente visible a distancias mayores de 800 metros.

5.1.4.5 Características visuales del paisaje geomorfológico

Las diferentes unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio en general poseen una baja atención paisajística por parte de los espectadores, debido a que no presentan un realce de belleza en sus características visuales, al contrario, han sido altamente intervenidas, hasta el punto de perder su interés visual por efectos como la contaminación, la densidad poblacional de baja armonía, entre otras. A continuación, se relacionan las diferentes características visuales para las unidades geomorfológicas.

- Nivel de interés: no se evidenció un alto interés pues este tipo de paisajes son muy comunes a nivel regional y se encuentran altanamente intervenidos.

- Integridad escénica: hace referencia al nivel de intervención que presenta un paisaje teniendo en cuenta su calidad visual y de los elementos que componen el paisaje; para el caso del área de estudio se encontró que se presenta una baja integridad, debido al alto grado de intervención antrópica.

- Elementos discordantes: corresponde al estado de intervención y deterioro que presentan los diferentes elementos que integran el paisaje. Para el área de estudio los elementos más alterados son el color, la vegetación y los cuerpos de agua y en menor medida las geoformas, las cuales presentan un grado de alteración menor.

- Tamaño de la discordancia: hace referencia al tamaño de la afectación sobre la unidad de paisaje de acuerdo a los diferentes elementos que lo componen; para este caso supera el 30% de las unidades de paisaje, lo que indica un alto grado de intervención a nivel regional.

- Correspondencia cromática: esta mide el grado de alteración de un paisaje de acuerdo a los cambios de color de los diferentes elementos que lo componen. A mayor cambio de color, es menor la correspondencia cromática y por lo tanto una mayor alteración; para el área de estudio la correspondencia cromática es baja y media.

- Forma del paisaje: hace referencia al cambio de los elementos que componen el paisaje y por medio del cual se mide el grado de alteración de dicho paisaje. Para el área de estudio, el grado de alteración es alto, generando un cambio en la forma del paisaje.

- Índice final de belleza: corresponde al nivel de agrado o desagrado que produce un paisaje a la vista de un observador y está estrechamente ligado al grado de alteración de sus elementos; a mayor alteración es menor el grado de belleza del paisaje, por lo cual se relaciona directamente con la calidad del paisaje. En el área de estudio se observa un índice de belleza bajo.

5.1.4.6 Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona

En general el área de estudio corresponde a relieves de muy baja pendiente, los cambios visuales afectan al paisaje dentro de áreas cercanas, ya que la distancia de visibilidad es muy baja, por los diferentes obstáculos que se presentan y por lo tanto no es muy notorio el cambio realizado por los diferentes proyectos desarrollados.

5.1.4.7 Identificación de sitios de interés paisajístico

No se identifican sitios de interés paisajístico dentro del área de estudio, ya que por su alta urbanización y por lo tanto su alta intervención, muchos de los elementos naturales existentes anteriormente han sido modificados hasta tal punto que no llaman la atención por parte de un espectador. No existe una armonía paisajística urbana que permita establecer un sitio con alto potencial paisajístico.

5.1.5 SUELOS Y USOS DE LA TIERRA

En este aparte se desarrolla el análisis de las principales características de los suelos presentes en el área de estudio por medio de la descripción de las unidades cartográficas de suelos.

Los suelos se caracterizaron de acuerdo con la metodología establecida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2010), teniendo en cuenta la caracterización y clasificación de las unidades de suelo y el uso actual. El uso potencial y el tipo de conflictos existentes en la zona de estudio se desarrollaron de acuerdo a la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1976 y 1985), tal como lo establece la metodología para estudios ambientales de la ANLA.

5.1.5.1 Unidades cartográficas

En el área de estudio se encuentran unidades de suelo, que tienen su génesis en la dinámica del rio Bogotá, debido a los aportes de materiales en épocas de invierno, donde se depositó altas cantidades de materiales orgánicos y sólidos en suspensión como arcillas y limos, dando como resultados suelos muy ricos en materia orgánica y muy profundos. Las unidades de suelos que se encuentran en el área de estudio se observan en la Tabla 5-9 y Ilustración 5-20.

Tabla 5-9: Unidades de paisaje ecológico.

Unidad de suelo	Área (Ha)	% Área
AEU. Área de expansión urbana	73,81	2101,88
ANT. Suelo antrópico	1,17	33,31
CA. Cuerpo de agua	2,60	74,03
RLOa	5,63	160,34
RLQ	14,53	413,66
RMQ	2,27	64,53
TOTAL	2847,74	100

Fuente: Adaptado de IGAC.

5.1.5.1.1 AEU, Área de expansión urbana

Esta unidad corresponde a las diferentes áreas que se encuentran urbanizadas y por lo tanto el suelo original ha sido alterado e incluso removido, debido a que se ha generado un desarrollo urbanístico en esta área.

5.1.5.1.2 ANT. Suelo antrópico

Este tipo de suelo se encuentra ubicado a lo largo de la unidad geomorfológica denominada albardones, esta fue construida artificialmente cuando fue desviado el rio Bogotá para la construcción y adecuación del aeropuerto. Su origen antrópico se dio por la necesidad de crearle un dique al cauce del río, para evitar su desborde en épocas de crecidas.

5.1.5.1.3 CA. Cuerpo de Agua

Corresponde a los espejos de agua que se encuentran en el área de estudio, tales como humedales y el cauce del rio Bogotá.

5.1.5.1.4 RLOa

Esta unidad se encuentra sobre un paisaje de planicie o llanura de inundación en una unidad de plano de inundación. Son suelos de texturas finas y susceptibles a ser inundados por exceso de agua en épocas de lluvia. Taxonómicamente se encuentra clasificada como una asociación de los suelos Typic Endeaquepts-Aeric Endoaquepts-Thaptic Hapludands, los cuales son de alta humedad y con altos contenidos de materia orgánica.

5.1.5.1.5 RLQ

Son suelos que se ubican en las zonas de terrazas bajas del rio Bogotá y taxonómicamente está conformado por el complejo Dachic-Melanudands-Andic Dystrudepts, se caracterizan por ser suelos profundos, de colores oscuros y altos contenidos de ceniza volcánica.

5.1.5.1.6 RMQ.

Taxonómicamente están conformados por un Complejo Dachic Haplustands – Humic Haplustands - Fluventic Dystrustepts, que se caracterizan por ser suelos oscuros, profundos bien drenados y que surgen a partir de la deposición de cenizas volcánicas.

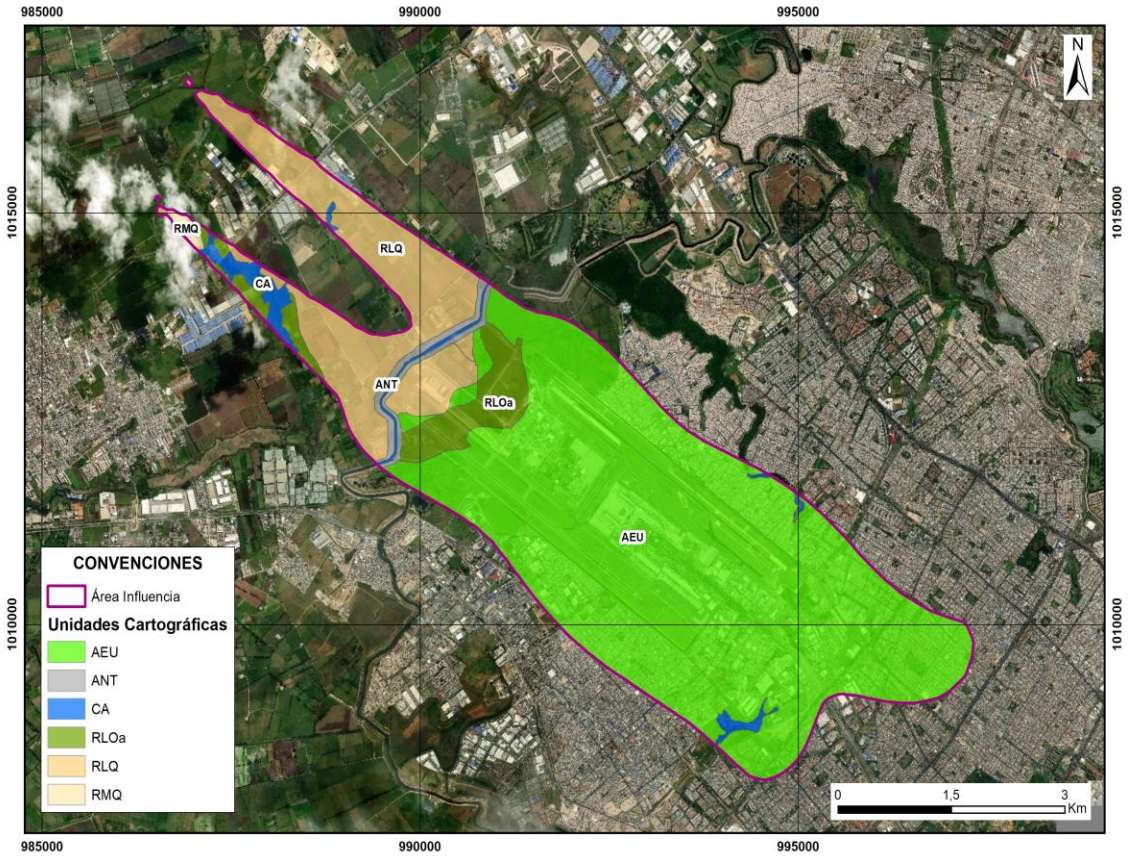


Ilustración 5-20. Unidades cartográficas de suelo.
Fuente: Adaptado IGAC

5.1.5.2 Caracterización agrológica de los suelos

El área de estudio presenta dos clases agrológicas:

Clase 5: Esta clase ocupa el 25.02% del total del área de estudio con 713 hectáreas, son suelos susceptibles a la inundación y presentan un nivel freático alto. Su fertilidad es media alta, siendo su limitación la humedad dentro del perfil de suelo.

Clase 8: Este tipo de suelos se encuentran ubicados sobre el albardón de borde del rio y presenta alta limitación para su uso, ya que están conformados por material acumulado artificialmente y además está dispuesto para proteger del desborde del rio en épocas de invierno. Ocupan el 1.17% del total del área con 33.31 hectáreas.

El resto del área corresponde al 73.81% con 2101.88 hectáreas, los cuales se encuentran dentro del área de zona urbana, por lo tanto, se excluyen dentro de una clase agrológica específica.

5.1.5.3 Uso actual del suelo

Dentro del área de estudio se encuentran diferentes usos del suelo, los cuales se relacionan en la Tabla 5-10, siendo el uso de transporte el que ocupa la mayor área, que corresponde al área del aeropuerto.

Tabla 5-10: Uso actual del suelo.

Unidad actual	Área (Ha)	% Área
Cuerpos de agua naturales	74,03	2,60
Cultivos transitorios semi-intensivos	464,81	16,32
Industrial	23,52	0,83
Transporte	2285,39	80,25
TOTAL	**2847,74**	**100**

Fuente: Adaptado de IGAC.

Los cultivos transitorios semi intensivos se encuentran en la zona de explotación agrícola de tipo tradicional y con poca tecnificación, conformados básicamente por hortalizas. Los cuerpos de agua naturales corresponden a los humedales y al espejo de agua del rio Bogotá, los cuales presentan una alta alteración antrópica y por lo tanto de contaminación. Ver Ilustración 5-21.

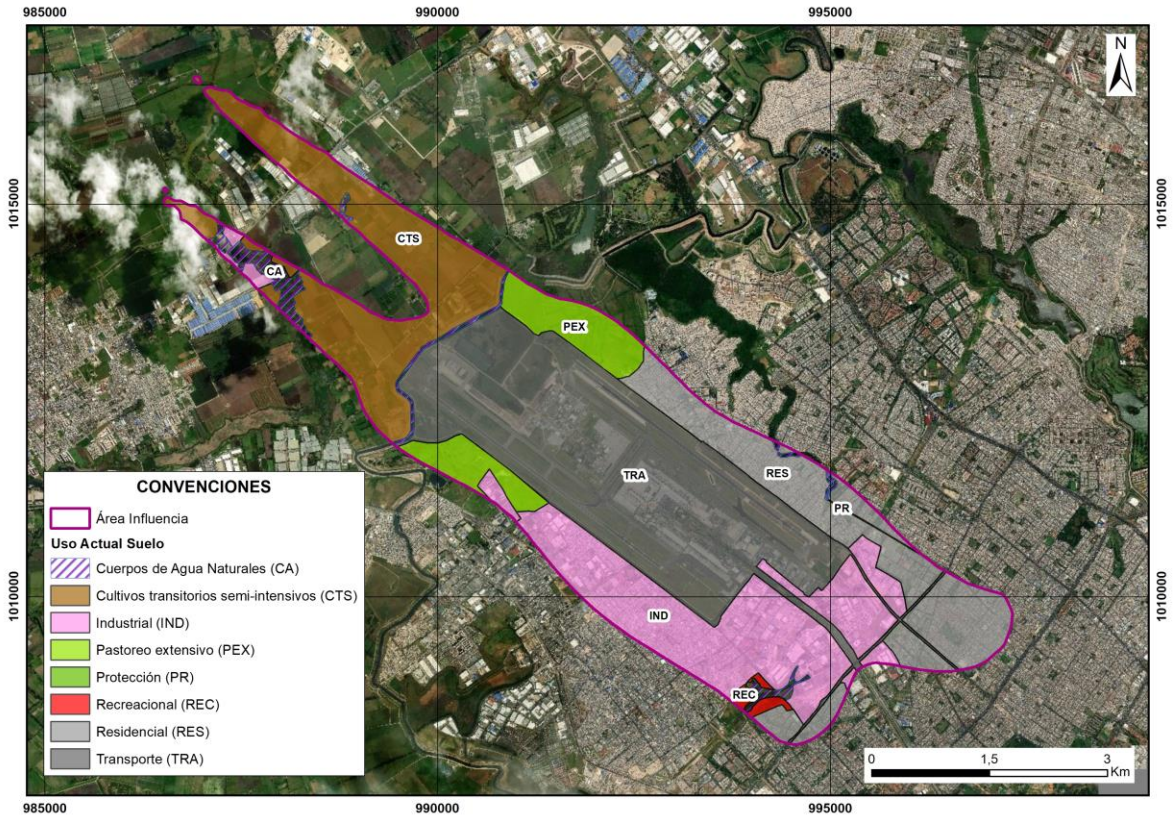


Ilustración 5-21. Uso actual del suelo.
Fuente: Adaptado IGAC

5.1.5.4 Uso potencial del suelo

El uso potencial del área de estudio no es muy variado, ya que el mayor cubrimiento se presenta con la zona urbana, tal como se observa en la Tabla 5-11, donde se relacionan los diferentes usos potenciales del suelo.

Los cultivos transitorios semi intensivos se constituyen como una alternativa de producción de los suelos de esta área. La conservación se orienta a los cuerpos de agua existentes dentro del área de estudio, aunque presentan un buen grado de contaminación y a los suelos de clase 8, correspondientes a los ubicados en los albardones. Ver Ilustración 5-22.

Tabla 5-11: Uso potencial del suelo.

Unidad actual	Área (Ha)	% Área
C	107,34	3,77
CTS	555,15	19,49
ZU	2185,25	76,74
TOTAL	**2847,74**	**100**

Fuente: Adaptado de FAO (1976 y 1985).

Donde:
C: Conservación
CTS: Cultivos transitorios semi intensivos
ZN: Zona urbana

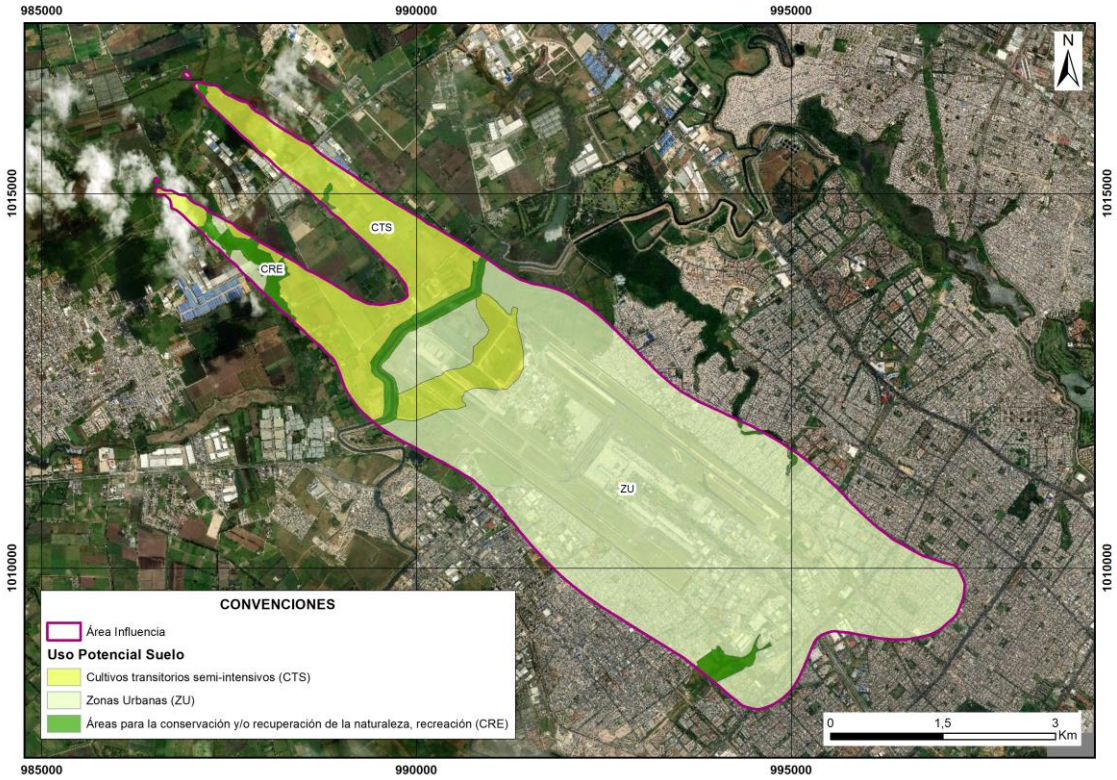


Ilustración 5-22. Uso potencial del suelo.
Fuente: Adaptado IGAC

5.1.5.5 Conflictos de uso del suelo

Los conflictos de uso del suelo que se presentan en el área de estudio se relacionan en la Tabla 5-12 donde se observa que las tierras si conflicto, TSC es el tipo que más predomina, puesto que no se presenta una gran discordancia entre el uso potencial y el uso actual.

Tabla 5-12: Conflictos de uso del suelo.

Unidad actual	Área (Ha)	% Área
CSOL	109,86	3,86
CSOM	19,51	0,69
CSOS	13,79	0,48
TSC	2704,58	94,97
TOTAL	**2847,74**	**100**

Fuente: Adaptado de FAO (1976 y 1985).

Donde:
CSOL: Conflicto por sobre utilización ligera
CSOM: Conflicto por sobre utilización moderada
CSOS: Conflicto por sobre utilización severa
TSC: Tierras sin conflicto

El conflicto por sobre utilización ligera, CSOL, se presenta en baja proporción, sin embargo, es de un área considerable, tal como se observa en la tabla anterior. Los demás tipos de conflictos son de menor importancia para el área debido a su poca participación dentro del área de estudio. Ver Ilustración 5-23.

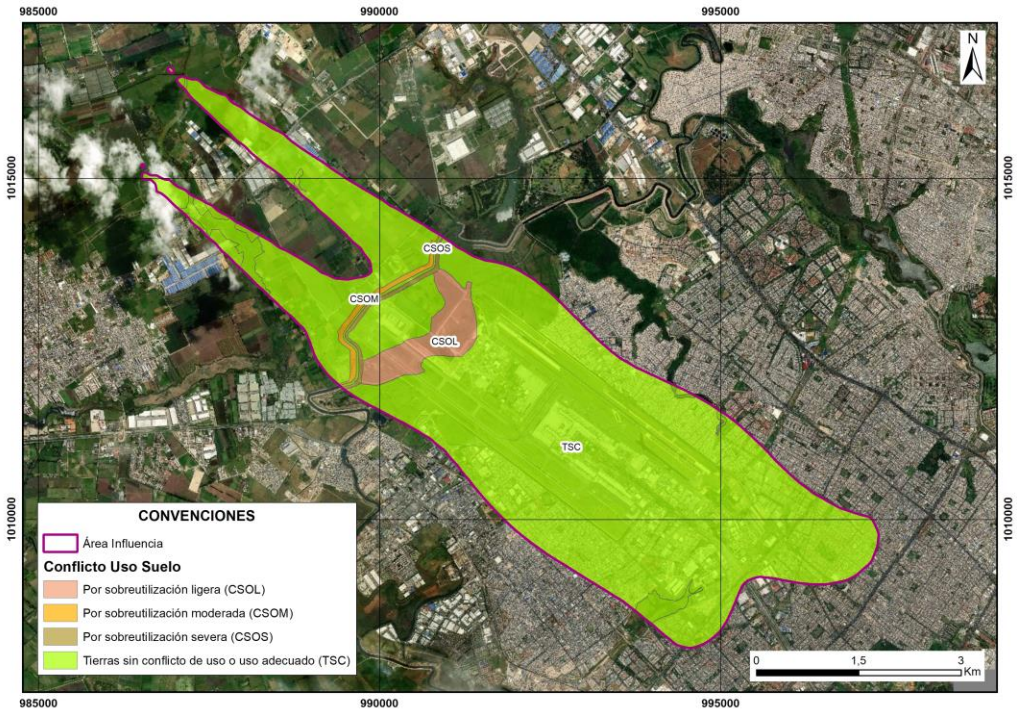


Ilustración 5-23. Conflicto uso del suelo.
Fuente: Adaptado IGAC

5.1.6 HIDROLOGÍA

El componente hidrológico en el área de influencia directa e indirecta del Aeropuerto Internacional El Dorado, cuenta con los siguientes sistemas lenticos: humedal Jaboque, humedal Gualí y humedal Capellanía; como sistemas loticos están presentes: el Río Bogotá, el canal Oriental de Fontibón, el canal Los Ángeles de Jaboque, y los canales de aguas lluvias dentro del aeropuerto. En la Ilustración 5-24 se presenta la ubicación de los sistemas hidrológicos dentro del área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado.

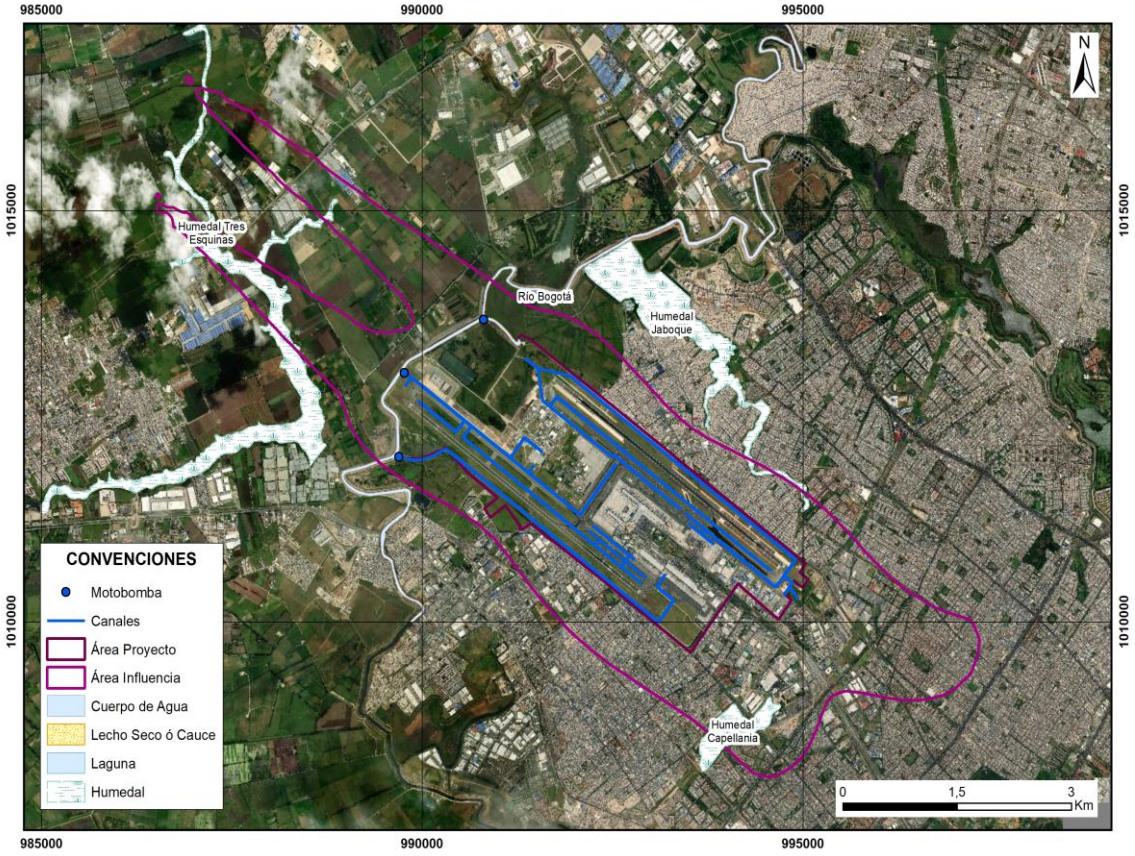


Ilustración 5-24. Componente Hidrológico en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Adaptado del IDECA – cuerpos de Agua Bogotá 2019.

5.1.6.1 Humedal Jaboque

El humedal Jaboque se ubica al occidente de la ciudad, en cercanías del Aeropuerto Internacional El Dorado, en la localidad de Engativá, este humedal pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenca Río Salitre, microcuenca Jaboque, cuenta con un área aproximada de 148 ha y es uno de los tres humedales más gran del Distrito Capital, aporta sus aguas al Río Bogotá. Este humedal es considerado como un área importante para la

conservación de las aves (AICA) de Colombia y el mundo, debido a la presencia de aves endémicas y/o en vías de extinción. A partir del Decreto 101 del 2015, se declaró alerta amarilla por riesgo de déficit hídrico.

En el humedal existen especies de flora exótica e invasora. Algunos de los árboles que predominan en el lugar son los Eucaliptos y las Acacias, así mismo en el cuerpo de agua hay especies de vegetación como la Hierba de Sapo, Botoncillo y Gualola, en las zonas firmes se puede hallar vegetación como el Junco y la Enea; y en zonas húmedas, vegetación flotante como el Buchón. De igual forma, se han registrado 74 especies de flora entre acuática, acuática-terrestre, terrestre, hepáticas y musgos; 60 especies arbóreas; 93 especies de zooplancton; 36 macroinvertebrados acuáticos; 212 morfoespecies de artrópodos; y 73 especies de algas plantónicas y periféricas.

En este humedal subsisten especies de aves tanto nativas como migratorias, se han identificado 653 especies aproximadamente, de las cuales 105 son vertebrados: 3 especies de mamíferos; 3 especies de reptiles; 2 especies de anfibios y 97 especies de aves, entre las cuales 7 son especies endémicas y de ellas 4 se encuentran catalogadas en alguna categoría de extinción.

Los usos de suelo designados en este humedal son: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

5.1.6.2 Humedal Gualí

El humedal Gualí hace parte de la cuenca del Río Bogotá, no se asocia a ninguna subcuenca ni microcuenca ya que deriva directamente del Río Bogotá. Este humedal se encuentra ubicado entre los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, cuenta con un área aproximada de 1,196 ha. El humedal Gualí es considerado un área importante para la conservación de las aves (AICA), así mismo es una zona de diversidad de fauna y constituye un refugio para algunas especies amenazadas y vulnerables. Existen más de 18 familias de aves con más de 33 especies diferentes. De la misma forma en el humedal existen especies de mamíferos, anfibios e insectos.

En el año 2014, mediante Acuerdo 001, se declaran como Distrito Regional de Manejo Integrado (DMI) los terrenos comprendidos por los humedales Gualí, Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé, y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo.

5.1.6.3 Humedal Capellanía

El humedal Capellanía pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenca del Río Fucha, microcuenta Canal Cundinamarca, se ubica en la localidad de Fontibón, y cuenta con un área aproximada de 27 ha, es uno de los humedales más pequeños de la ciudad. En este humedal se encuentran diferentes tipos de especies, entre las cuales se destacan 11 especies de aves, y varias especies de mamíferos pequeños, así mismo se encuentran 27 especies de flora.

Por medio del Decreto 190 de 2004 se declara este humedal como Parque Ecológico Distrital, se designan como usos de suelo compatibles: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos y otra infraestructura ligada al manejo del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

5.1.6.4 Río Bogotá

El Río Bogotá se ubica en el altiplano cundiboyacense, nace en el páramo de Guacheneque en el municipio de Villapinzón y desemboca en el Río Magdalena a la altura del municipio de Girardot, tiene un área de influencia de 589,143 ha, se divide en tres cuencas: alta, media y baja. El tramo del Río Bogotá que recorre el límite occidental del Aeropuerto El Dorado corresponde a su cuenca media.

El Río Bogotá es la principal fuente hídrica de la ciudad y aunque no atraviesa la zona urbana si recibe todas las aguas de la ciudad. Asimismo, desde su nacimiento en el municipio de Villapinzón, el Río Bogotá es el receptor de la contaminación proveniente de diferentes industrias durante su recorrido y de las aguas residuales de Río Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008).

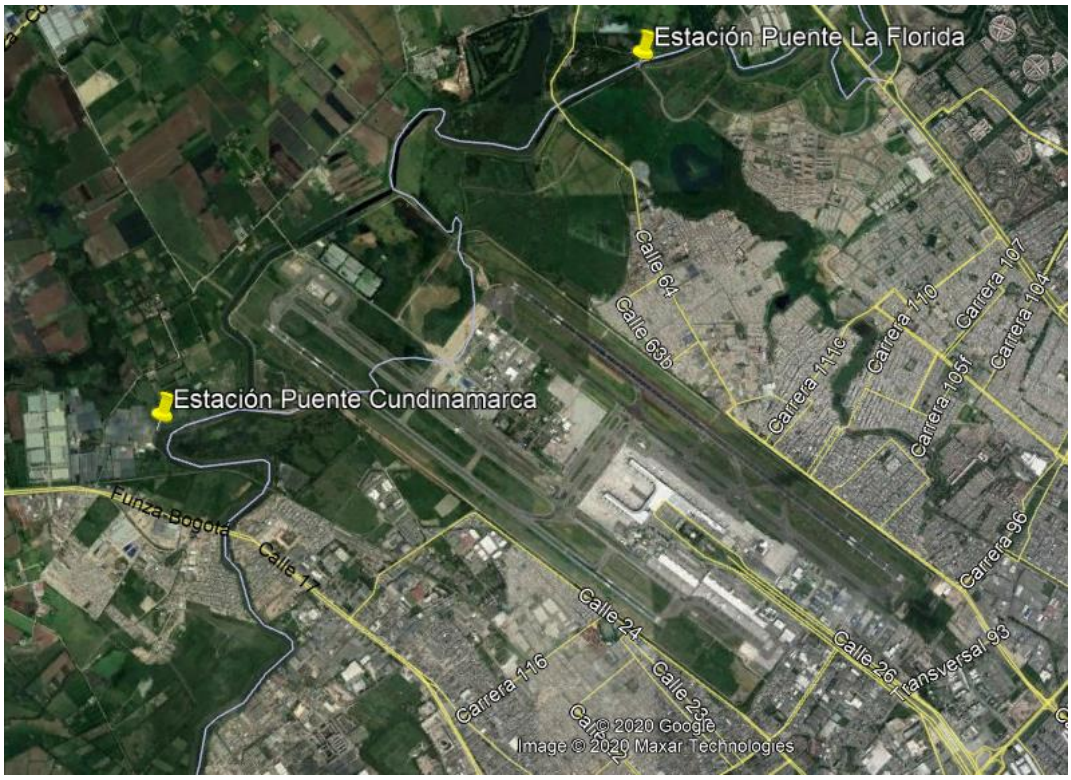


Ilustración 5-25. Ubicación puntos de monitoreo de agua de la cuenca media del Río Bogotá, en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Ubicaci-n-Estaciones-Calidad-del-Agua-Bogot-D-C-/ket3-5t49

El Río Bogotá antes de su ingreso al Distrito Capital ya presenta condiciones contaminantes por materia orgánica, nutrientes y trazas de metales pesados, no solo por descargas de

curtiembres, sino por las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales, y de muchos sectores productivos ubicados en cercanías al Río Bogotá. Los afluentes de la capital aportan materia orgánica, sólidos, contaminación bacteriológica, etc., adicionalmente, se debe considerar la contaminación generada por actividades agrícolas y pastoreo cercanas a su cauce (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008).

La Corporación Autónoma Regional (CAR), la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y otros institutos han desarrollado diferentes estudios en el Río Bogotá entre los cuales se han trabajado los temas de hidrología, niveles, crecientes, calidad de agua y adecuación. Actualmente el principal proyecto que se ejecuta por parte de la CAR, es la adecuación hidráulica y recuperación ambiental del Río Bogotá.

5.1.6.4.1 Análisis de Caudal

El Río Bogotá presenta un flujo subcrítico controlado por las compuertas de Alicachín, localizadas a un nivel fijo. A lo largo del río existen estaciones de monitoreo de caudal, las estaciones que se ubican dentro de la cuenca media en cercanías al área del Aeropuerto Internacional El Dorado son: Puente La Florida (localidad de Engativá) y Puente Cundinamarca (Localidad Fontibón) ver Ilustración 5-25, de acuerdo a información histórica, los caudales promedio en estas estaciones se aproximan a los 18,1 m3/s y 18.8 m3/s respectivamente. Así mismo en el sector del Aeropuerto, las velocidades del Río son, generalmente menores a 1 m/s.

La cuenca del Aeropuerto posee un área irregular de aproximadamente 16 km2, con una pendiente suave de este a oeste. La pendiente promedio de la tierra es muy suave, con la altitud decreciendo aproximadamente 0.186 cm por metro lineal. La zona del Aeropuerto representa menos del 1% del total de la cuenca del Río Bogotá. Los suelos en la cuenca poseen un alto contenido de sílice y arcilla, que la hacen poco permeable y, por lo tanto, posee un gran poder de escurrimiento.

La superficie urbanizada representa aproximadamente un 40% de la cuenca en el sector del Aeropuerto y consiste básicamente en áreas de uso intensivo del Aeropuerto. El 60% restante corresponde a tierras abiertas desforestadas usadas para la agricultura y ganadería o designadas como espacios libres para las actividades del Aeropuerto. El suelo arcilloso y las tierras planas traen como consecuencia el empozamiento de las aguas pluviales y la formación de tierras pantanosas.

5.1.6.4.2 Análisis Precipitación

Se consideraron los datos de precipitación de las estaciones del IDEAM más cercanas al Aeropuerto Internacional El Dorado (se puede consultar mayor detalle en el componente atmosfera del presente estudio), se realizó un análisis de precipitación de los años 2015 – 2018. La Ilustración 5-26 evidencia un régimen de precipitación bimodal en el área del Aeropuerto El Dorado. De esta manera, las precipitaciones son más bajas en los meses de diciembre - febrero, junio - septiembre; y precipitaciones más altas en los meses de marzo – mayo, octubre - noviembre.

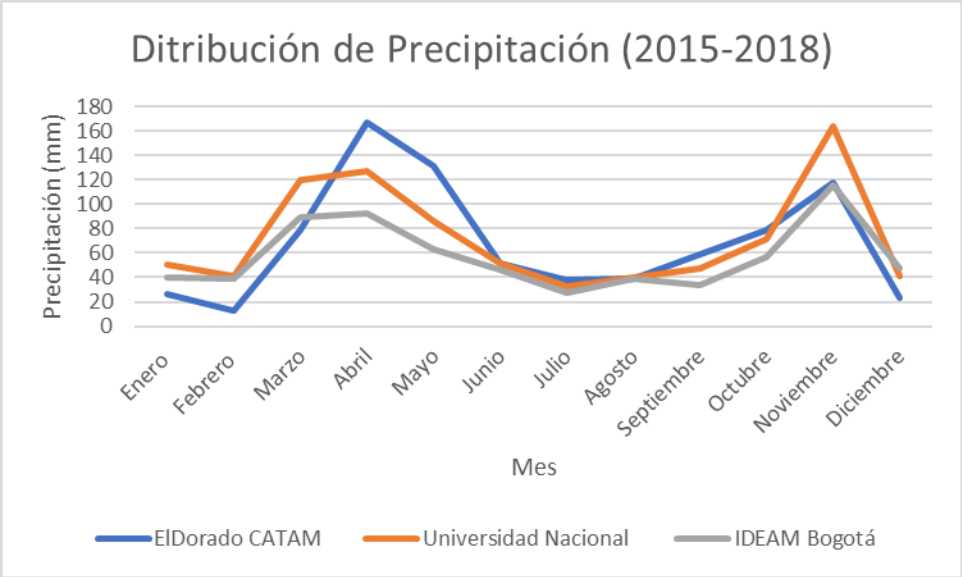


Ilustración 5-26. Distribución media mensual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm)
Fuente: IDEAM

5.1.6.5 Canal oriental de Fontibón

El canal oriental de Fontibón pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenta del Río Fucha, microcuenca del canal Cundinamarca, es un canal netamente para agua lluvia, aunque en la actualidad existen conexiones de aguas residuales (no reglamentadas) en los barrios Fuentes del Dorado y Mallorca.

5.1.6.6 Canal los Ángeles de Jaboque

El canal Los Ángeles de Jaboque pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenta del Río Salitre, microcuenca Jaboque, es un canal netamente para agua lluvia que conecta con el humedal Jaboque, sin embargo, en la actualidad existen aglomeraciones de basura y sedimentos en los barrios por los cuales pasa el canal.

5.1.6.7 Canales de aguas lluvias en el Aeropuerto Internacional El Dorado

Específicamente, la hidrología del Aeropuerto Internacional El Dorado se encuentra representada por los canales de aguas lluvias, los cuales se ubican cercanos a las pistas norte y sur, y cabeceras. Los canales de aguas lluvias descargan al río Bogotá (costado occidental del aeropuerto). Los canales de aguas lluvias facilitan la regulación hídrica en las pistas y son un mecanismo indispensable para evitar los encharcamientos de agua, lo cual podría llegar a afectar la seguridad aeroportuaria. Existen canales de aguas lluvias a los costados de las pistas (norte y sur) y en medio de ellas, así como un canal de aguas lluvias perimetral al aeropuerto, y canales de aguas lluvias cercanas a cada cabecera.

La escorrentía superficial del aeropuerto consta de 3 sistemas de canales independientes, que conducen sus aguas hacia el costado occidental del aeropuerto al río Bogotá (Monsalve, 2011).

- La primera red de canales se encuentra en el costado norte, drena desde el costado sur oriental al costado noroccidental. El canal principal tiene una longitud de 4,826 m, pendiente del 0.059% y una cota de fondo de 2540.96 msnm (Monsalve, 2011).

- La segunda red se ubica en el interior del aeropuerto, hacia el costado sur-occidental. Presenta una longitud de 4,495 m, pendiente de 0.048% y cota de 2541.88 msnm (Monsalve, 2011).

- La tercera red se ubica en el costado sur-occidental, de manera perimetral al interior del aeropuerto. Tiene una longitud de 4,654 m, pendiente de 0.041% y cota de fondo de 2543.48 msnm (Monsalve, 2011).

En las siguientes fotos se evidencian los canales de aguas lluvias que se ubican en la pista norte y en la pista sur, que fueron revisados en campo.

5.1.6.7.1 Canales de aguas luvias de la pista norte

Canal entre la pista y alfa, y entre alfa 9 y 8

Canal entre alfa 8 y alfa 9

Canal entre alfa 6 y alfa 5

Canal entre alfa 4 y alfa 5

Canal entre alfa 4 y cabecera (alfa 3)

Canal entre alfa 3 y bravo 1

Canal entre bravo 1 y bravo 2

Canal entre bravo 3 y bravo 4

Canal entre bravo 4 y bravo 5

Canal entre bravo 5 y Mike o M

Estructura circular donde llegan varios canales entre M y N

Canal entre P y Bravo 7

Canal entre bravo 7 y alfa 6 con bravo

Canal entre bravo 10 y bravo 11

Canal entre bravo 11 y bravo 12

Canal entre bravo 12 y bravo 16

Canal perimetral de la pista norte

Canal entre B, M, C y N

Canal entre C, M, E y N

Canal entre E, M Golf y N

Fuente: (Contrato N° 17001308H3, 2018)

5.1.6.8 Canales de aguas luvias de la pista sur

Canal al lado de kilo

Canal entre K, kilo 4, kilo y Mike

Canal entre kilo 4, hotel, hotel 3 y kilo

Canal al lado de la Policía Antinarcóticos

Canal al lado de la Armada Nacional

Canal al lado de hotel y la Policía

Canal en L con H

Canal al lado de hotel 1

Canal entre lima, kilo, hotel 3 y hotel

Canal entre lima, hotel, hotel 2 y kilo

Canal entre hotel 2, hotel, hotel 1 y kilo

Canal en hotel 1

Canal entre hotel 1, con kilo

Canal perimetral pista sur

Canal en 1-3 R

Canal entre kilo y la pista

Canal entre kilo y la pista (hacia costado oriental)

Canal en kilo 3

Canal en kilo 3 costado oriental

Canal en kilo 4

Canal en kilo 4 costado oriental

Canal en kilo 5

Canal unión de kilo 6-1 y kilo 6-2

Canal en kilo 6

Canal entre kilo 7 y kilo 8

Canal entre kilo 7 y cabecera 3-1 izquierda

Fuente: (Contrato N° 17001308H3, 2018)

A continuación, en la Tabla 5-13 e Ilustración 5-27 se relacionan las coordenadas de puntos revisados en campo.

Tabla 5-13. Puntos revisados en canales cercanos a la Pista Norte

Punto Revisado en Campo	Canal cercano	Coordenada (WGS84)	
		Latitud	Longitud
Canal entre la pista - alfa, y alfa 9 - 8	Proximidades canal 3	4°41’34.16”N	74°07’38.24”W

Punto Revisado en Campo	Canal cercano	Coordenada (WGS84)	
		Latitud	Longitud
Canal entre la pista - alfa, y alfa 9 - 8	Proximidades canal 3	4°41’47.36”N	74°07’55.88”W
Canal entre alfa 8 y alfa 7	Proximidades canal 3	4°41’50.90”N	74°08’11.65”W
Canal entre alfa 6 y 5	Proximidades canal 3	4°41’59.53”N	74°08’11.65”W
Canal entre alfa 4 y 5	Proximidades canal 3	4°42’12.67”N	74°08’29.23”W
Canal entre alfa 4 y cabecera (alfa 3)	Proximidades canal 3	4°42’19.04”N	74°08’37.53”W
Canal entre alfa 3 y bravo 1	Proximidades canal 4	4°42’39.54”N	74°09’11.83”W
Canal entre bravo 1 y 2	Proximidades canal 4	4°42’39.07”N	74°09’11.51”W
Canal entre bravo 2 y 3	Proximidades canal 4	4°42’36.08”N	74°09’07.92”W
Canal entre bravo 3 y 4	Proximidades canal 4	4°42’33.43”N	74°09’04.51”W
Canal entre bravo 4 y 5	Proximidades canal 4	4°42’31.05”N	74°09’01.40”W
Canal entre bravo 5 y Mike o M	Proximidades canal 4	4°42’23.89”N	74°08’49.22”W
Estructura circular donde llegan varios canales entre M y N	Proximidades canal 4	4°42’16.76”N	74°08’39.47”W
Canal entre P y bravo 7	Proximidades canal 4	4°42’13.07”N	74°08’35.00”W
Canal entre bravo 7 y alfa 6 con bravo	Proximidades canal 4	4°42’03.27”N	74°08’22.11”W
Canal entre bravo 10 y 11	Proximidades canal 1	4°41’52.54”N	74°08’08.01”W
Canal entre bravo 11 y 12	Proximidades canal 1	4°41’36.56”N	74°07’46.67”W
Canal entre bravo 12 y 16 o Simón Bolívar	Proximidades canal 1	4°41’24.97”N	74°07’31.22”W
Canal perimetral de la pista norte	Proximidades canal 1	4°41’35.95”N	74°07’23.49”W
Canal entre B, M, C y N	Proximidades canal 6	4°42’13.84”N	74°08’41.20”W
Canal entre C, M, E y N	Proximidades canal 6	4°42’09.74”N	74°08’44.29”W
Canal entre E, M, Golf y N	Proximidades canal 6	4°42’04.32”N	74°08’48.39”W

Fuente: (Contrato N° 17001308H3, 2018)

Tabla 5-14. Puntos revisados en canales cercanos a la Pista Sur

Punto Revisado en Campo	Canal cercano	Coordenada (WGS84)	
		Latitud	Longitud
Canal al lado de kilo	Proximidades canal 7	4°41’45.89”N	74°08’45.73”W
Canal entre K, kilo 4. Kilo y Mike	Proximidades canal 8	4°42’06.89”N	74°09’13.21”W
Canal entre kilo 4, hotel, hotel 3 y kilo	Proximidades canal 8	4°42’12.10”N	74°09’19.74”W
Canal al lado de la Policía antinarcóticos	Proximidades canal 18	4°42’13.61”N	74°09’16.23”W
Canal al lado de la Armada Nacional	-	4°42’22.27”N	74°09’27.09”W
Canal al lado del hotel y la Policía	Proximidades canal 17	4°42’19.47”N	74°09’24.31”W
Canal en L con H	-	4°42’24.94”N	74°09’30.69”W
Canal al lado de hotel 1	-	4°42’48.86”N	74°10’03.36”W
Canal entre lima, kilo, hotel 3 y hotel	Proximidades canal 8	4°42’19.39”N	74°09’29.43”W
Canal entre lima, hotel, hotel 2 y kilo	Proximidades canal 8	4°42’21.95”N	74°09’32.89”W
Canal entre hotel 2, hotel, hotel 1 y kilo	Proximidades canal 8	4°42’39.15”N	74°09’55.20”W
Canal en hotel 1	Proximidades canal 8	4°42’46.44”N	74°10’05.01”W
Canal entre hotel 1 con kilo	Proximidades canal 11	4°42’44.67”N	74°10’09.17”W
Canal perimetral pista sur	Proximidades canal 12	4°42’24.51”N	74°09’58.97”W
Canal en 1-3 R	Proximidades canal 10	4°42’39.42”N	74°10’05.16”W
Canal entre kilo y la pista	Proximidades canal 10	4°42’29.73”N	74°09’47.59”W
Canal entre kilo y la pista (hacia costado oriental)	Proximidades canal 9	4°42’27.30”N	74°09’44.42”W
Canal en kilo 3	Proximidades canal 9	4°42’16.50”N	74°09’34.98”W
Canal en kilo 3 costado oriental	Proximidades canal 9	4°42’15.12”N	74°09’32.97”W

Canal en kilo 4	Proximidades canal 9	4°42’04.24”N	74°09’18.27”W
Canal en kilo 4 costado oriental	Proximidades canal 9	4°42’03.14”N	74°09’16.87”W
Canal en kilo 5	Proximidades canal 9	4°41’51.21”N	74°09’01.09”W
Canal unión kilo 6-1 y kilo 6-2	Proximidades canal 9	4°41’45.11”N	74°08’48.65”W
Canal en kilo 6	Proximidades canal 9	4°41’39.35”N	74°08’45.81”W
Canal entre kilo 7 y kilo 8	Proximidades canal 9	4°41’29.05”N	74°08’27.95”W
Canal entre kilo 7 y cabecera 3-1 izquierda	Proximidades canal 9	4°41’26.77”N	74°08’29.26”W

Fuente: (Contrato N° 17001308H3, 2018)

Los canales de aguas lluvias son en su mayoría en tierra y están cubiertos de césped brindándoles mayor soporte, los únicos canales en concreto son el canal en L con H y el canal al lado de hotel 1. A los canales de aguas lluvias se les realiza periódicamente limpieza para retirar material vegetal y mantenerlos en óptimas condiciones, adicional esta limpieza sirve para evitar la llegada de fauna. Las longitudes de los canales se evidencian en la Tabla 5-15 y en la Ilustración 5-27 se aprecia la ubicación de cada canal de agua lluvia dentro del Aeropuerto.

Tabla 5-15. Longitud de canales de aguas lluvias

Punto Revisado en Campo	Longitud (m)
Canal 1	6047.83
Canal 2	498.67
Canal 3	3661.80
Canal 4	2861.71
Canal 5	488.69
Canal 6	764.95
Canal 7	767.58
Canal 8	2897.38
Canal 9	4205.37
Canal 10	790.22
Canal 11	125.00
Canal 12	4891.77
Canal 17	592.00
Canal 18	105.00

Fuente: (Contrato N° 17001308H3, 2018)

Las longitudes de cada canal de aguas lluvias, se realizó geo posicionando la distribución de canales que se encuentran en el Aeropuerto El Dorado. Una vez generado el eje de cada sección de canal, se calcula y suman todas las longitudes correspondientes a cada uno de los canales (por nomenclatura) obteniendo la longitud de cada canal.

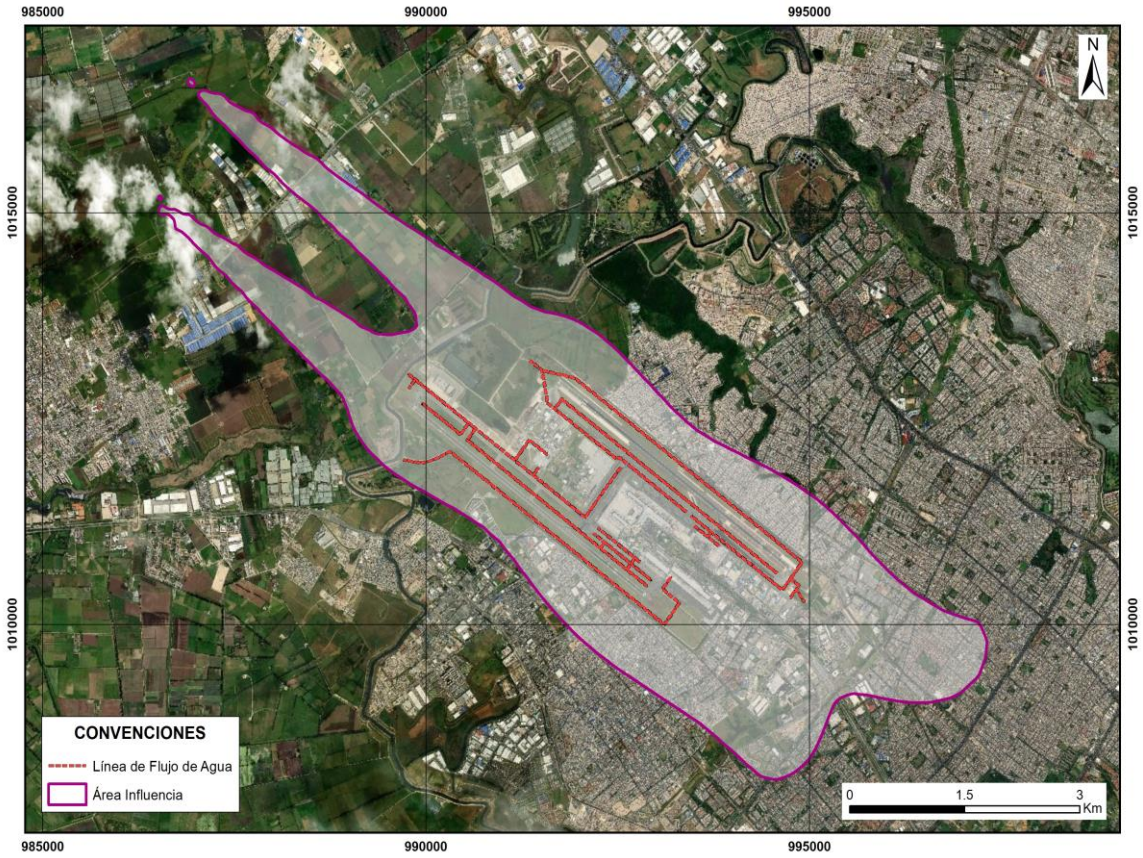


Ilustración 5-27. Ubicación canales de agua del Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Propia del proyecto (Imagen satelital de Maxar technologies en Google Earth Pro)

5.1.7 CALIDAD DEL AGUA Y USOS DEL AGUA

Respecto a calidad del agua y usos del agua, se debe considerar que las actividades ejecutadas y a ejecutar por la Aeronáutica Civil en el área de estudio del aeropuerto internacional El Dorado, no requieren un permiso de concesión de aguas, ni realizan una afectación a un cuerpo hídrico directamente. De esta manera, el uso del recurso hídrico es netamente doméstico proveniente de conexiones de acueducto de la ciudad de Bogotá. No obstante, la Aeronáutica Civil realiza monitoreos a los tanques de almacenamiento de agua de sus instalaciones. Las áreas a las cuales se les realiza monitoreo son:

- Tanque de almacenamiento de agua de Centro Nacional de Aeronavegación (CNARADAR) (Acuario).
- Tanque de almacenamiento de agua de Salvamento, búsqueda y rescate (SAR).
- Tanque de almacenamiento de agua del Nuevo Edificio Administrativo de la Aeronáutica Civil (NEAA).
- Tanque de almacenamiento de agua del Nuevo Almacén de la Aeronáutica Civil (NAA).

El laboratorio encargado del análisis de las muestras para los últimos monitoreos (finales año 2017 y comienzos del año 2018), ha sido la empresa Nulab Ltda, acreditada por el ONAC bajo el código 16-LAB-002, norma ISO/IEC 17025:2005.

La muestra se toma directamente del tanque y es empacada en una bolsa plástica estéril o botella PET según el parámetro a analizar. A las muestras se les realizan análisis microbiológicos y fisicoquímicos, los resultados se comparan con la Resolución 2115 del 22/06/2007 para agua potable. En la Tabla 5-16 y Tabla 5-17 se presentan los parámetros analizados en cada uno de los tanques de almacenamiento.

Tabla 5-16. Análisis microbiológico

Parámetros	Método de análisis	Limite normativo (Res. 2115 de 2007)
Recuento de Mesófilos aerobios (UFC/100 cm3)	Standard methods: 9215-D 2005	100
Recuento de Coliforme totales (UFC/100 cm3)	ISO 9308-1:2004	0
Recuento de E. Coli (UFC/100 cm3)	ISO 9308-1:2004	0

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Tabla 5-17. Análisis fisicoquímico

Parámetros	Método de análisis	Limite normativo (Res. 2115 de 2007)
Alcalinidad total	SM 2320 B	200 mg/L CaCO3 Máx.
Calcio	SM 3500-Ca B	60 mg/L Ca Máx.
Cloro residual libre	SM 4500-Cl G	0,3 – 2,0 mg/L Cl2
Cloruros	SM 4500-Cl B	250 mg/L Cl- Máx.
Color	SM 2120 B	15 UPC Máx.
Conductividad	SM 2510 B	1000 microsiemens/cm Máx.
Dureza total	SM 2340 C	300 mg/L CaCO3 Máx.
Hierro total	SM 3500-Fe B	0,3 mg/L Fe Máx.
Magnesio	SM 3500-Mg B	36 mg/L Mg Máx.
pH (20°C)	SM4500-H+B	6,5 – 9,0 Unidades de pH
Sulfatos	SM4500-SO4 2- E	250 mg/L SO4 2- Máx.
Turbiedad	SM2130 B	2 NTU Máx.

Fuente: Elaboración propia del estudio.

5.1.8 HIDROGEOLOGÍA

El componente hidrogeológico en la zona de estudio se puede considerar en general como un acuitardo debido a sus niveles arcillosos predominantes, tiene poca variación y su análisis se puede realizar a partir de la información secundaria disponible, en este caso específicamente se empleó “Estudio hidrogeológico cuantitativo de la sabana de Bogotá” (Ministerio de Minas y Energía, Instituto de investigaciones en geociencias, minería y química. Subdirección de geología aplicada. División de hidrogeología., 1999).

Para el área de influencia del proyecto, se presentan las unidades hidrogeológicas de la Ilustración 5-28.

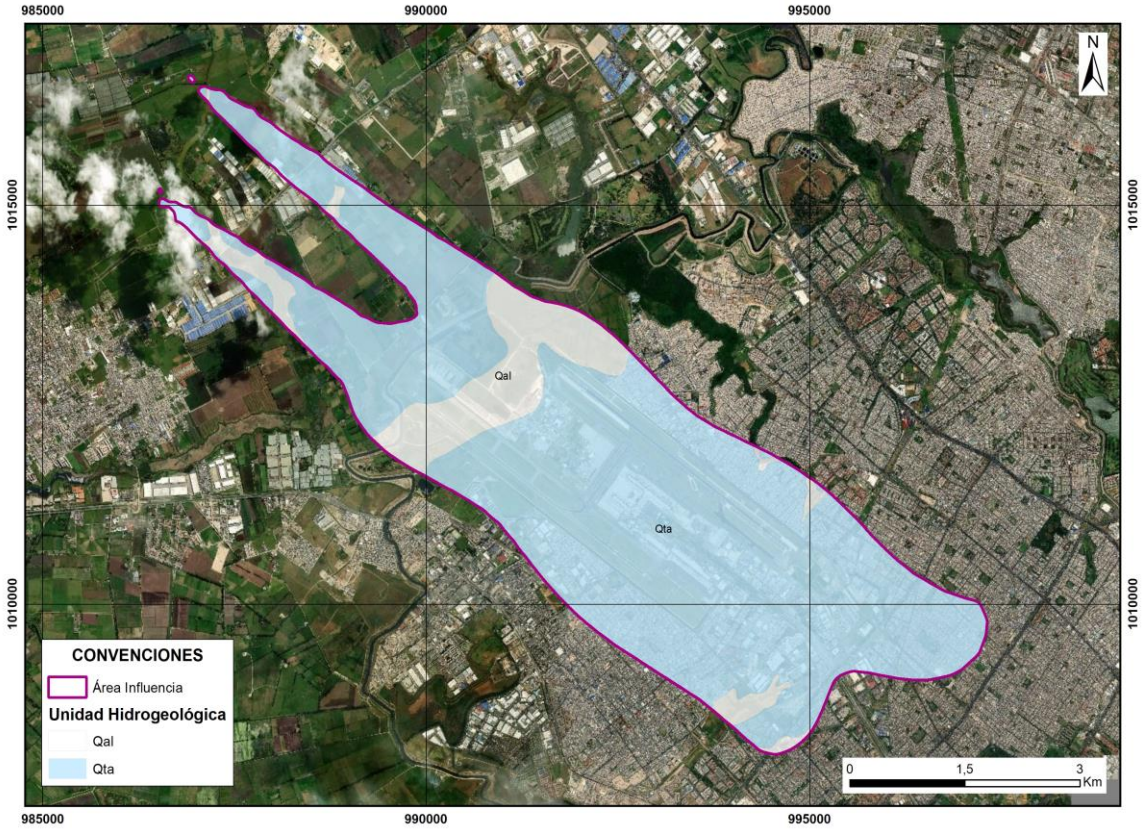


Ilustración 5-28. Unidades hidrogeológicas superficiales en Área de Influencia.
Fuente: Adaptado de Proyecto de compilación y levantamiento de información geomecánica (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de geología y minería, 2004)

Prevalece la unidad Qta (acuífero de depósitos de terraza alta), que corresponde a un acuífero de extensión regional, confinado, semiconfiando a libre, conformado por arcillas, arenas y gravas de los depósitos de terraza alta. Se caracteriza por tener una conductividad hidráulica baja a media y de moderada importancia hidrogeológica. En menor proporción en el AI se encuentra la unidad Qal (Acuíferos depósitos aluviales), que es un acuífero de extensión local, libre, conformado por arcillas gris-verdosa, y limos en descomposición de los depósitos aluviales, gravas, arenas, limos, arcillas, guijarros y bloques de los depósitos de abanicos aluviales. Es considerado de poca importancia hidrogeológica. Ver Tabla 5-18.

Tabla 5-18. Porcentaje de unidades hidrogeológicas en el AI del Aeropuerto Internacional El Dorado

Unidad	Área (ha)	%
Qta	332	12%
Qal	2515	88%
Total	2847	100%

Fuente: Adaptado de Proyecto de compilación y levantamiento de información geomecánica (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de geología y minería, 2004)

5.1.9 GEOTÉCNIA

El componente de geotecnia se desarrolló a partir de la información secundaria disponible en fuentes oficiales en Bogotá D.C. y específicamente se empleó el "proyecto de compilación y levantamiento de información geomecánica" (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de geología y minería - Servicio Geológico, 2004). Dentro de los objeticos específicos de este estudio, fue la de convertir la información edáfica a un sistema unificado de uso en ingeniería geotécnica, de acuerdo a los horizontes diagnosticados de los suelos.

Para el área de influencia del proyecto, se presentan las unidades geotécnicas de la Ilustración 5-29.

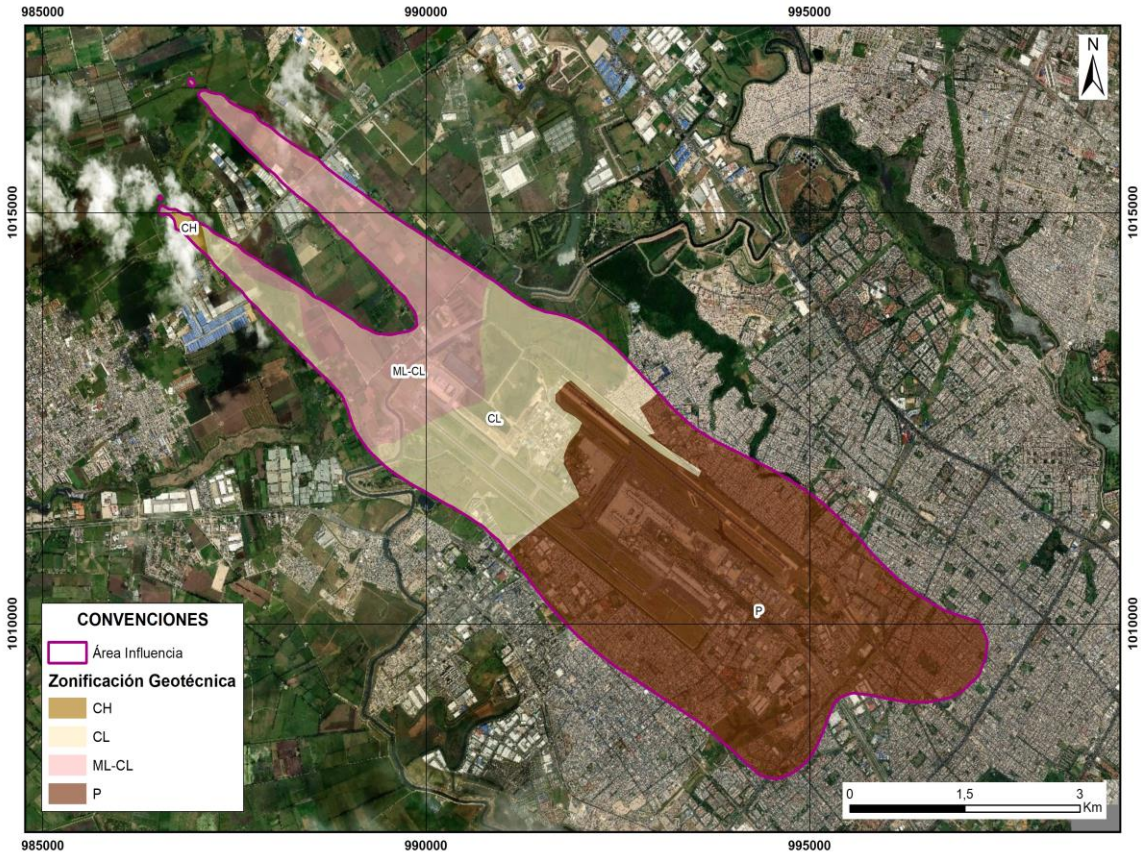


Ilustración 5-29. Unidades geotécnicas superficiales en el AI.
Fuente: Adaptado de Proyecto de compilación y levantamiento de información geomecánica (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de geología y minería, 2004)

Impera la unidad P, que corresponde a población, suelo que se encuentra completamente construido. En un 20% del AI se encuentra la unidad geotécnica CL, que corresponde a depósitos clásticos hidrogénicos, cuya unidad de geotecnia es franco limoso, en esta unidad

predominan arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media. Posteriormente se encuentra la unidad ML – CL, cuyo material predominante en la unidad geotecnia es ceniza volcánica sobre deposito clástico hidrogénico, y cuyo nombre de la unidad geotecnia es francos arcillosos, básicamente son limos arcillosos inorgánicos muy finos, con plasticidad muy baja. Finalmente, en una mínima proporción se encuentra la unidad CH, que corresponde a ceniza volcánica sobre deposito clástico hidrogénico, cuyo material predominante son arcillas inorgánicas de alta plasticidad, que predominan en el límite occidental de la sabana de Bogotá. La presencia porcentual de las unidades geotécnicas superficiales se puede apreciar en la Tabla 5-19.

Tabla 5-19. Porcentaje de unidades geotécnicas superficiales en el Área de Influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado

Unidad	Nombre de la unidad	Área (ha)	Área %
CH	Arcilloso	67,99	2%
CL	Franco Limoso	555,48	20%
ML – CL	Franco Arcilloso	474,12	17%
P	Población	1750,13	61%
Total		2847	100%

Fuente: Adaptado de Proyecto de compilación y levantamiento de información geomecánica (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de geología y minería, 2004)

5.1.10 ATMÓSFERA

5.1.10.1 Meteorología – información climática.

Para el estudio y análisis climático correspondiente al área del Aeropuerto Internacional El Dorado, se recopiló información de las estaciones de la red climatológica y pluvial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, mediante el sitio web de Consulta y Descarga de datos Hidrometeorológicos. (IDEAM, Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológico, 2020). Se utilizaron 5 estaciones, de las cuales se recopilo información de parámetros climáticos de 4 y 5 años de registro. Las estaciones representativas en el área de estudio se muestran en la Tabla 5-20 y su ubicación se muestran en la Ilustración 5-30.

Tabla 5-20. Estaciones climatológicas seleccionadas

Nombre	Código	Latitud	Longitud	Altitud	Categoría
El Dorado CATAM	21205791	4.71	-74.15	2547	Sinóptica principal
Universidad Nacional	21205012	4.64	-74.08	2556	Climática principal
Jardín Botánico	21205710	4.67	-74.10	2552	Climática principal
IDEAM Bogotá	21206960	4.60	-74.07	2646	Climática principal
Aeropuerto CATAM	21206570	4.71	-74.15	2456	Climática principal

Fuente: IDEAM - IDEAM – Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos

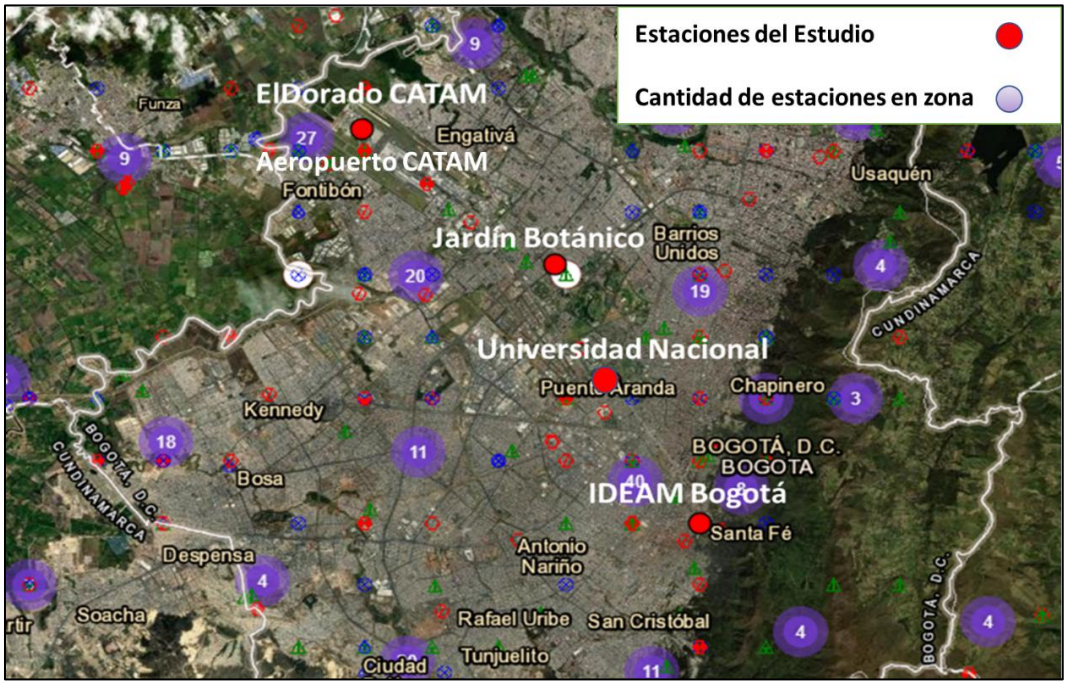


Ilustración 5-30. Estaciones climatológicas seleccionadas
Fuente: IDEAM – Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos

Para las diferentes variables climatológicas tales como temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, viento, radiación solar, nubosidad y evaporación, se realizaron análisis estadísticos, teniendo en cuenta que las estaciones seleccionadas, aportaran la suficiente información, es decir, continuidad de series, representación de la zona y confiablidad de los datos.

5.1.10.1.1 Temperatura

La temperatura es un parámetro del estado térmico de la materia, el valor de éste depende de la energía cinética medida de las moléculas. La medida de temperatura se hace posible debido a la transferencia de calor entre cuerpos de niveles distintos de energía cinética molecular media. Esta variable se determina con una magnitud física, que caracteriza el movimiento aleatorio medio y presentan una variable en función de la elevación. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

A continuación, se presentan los gráficos y análisis de los valores procesados para la variable de temperatura, todos los datos se encuentran en la GDB del proyecto. El análisis del comportamiento de la temperatura en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2015 y 2019, mediante los datos registrados por la estación El Dorado CATAM.

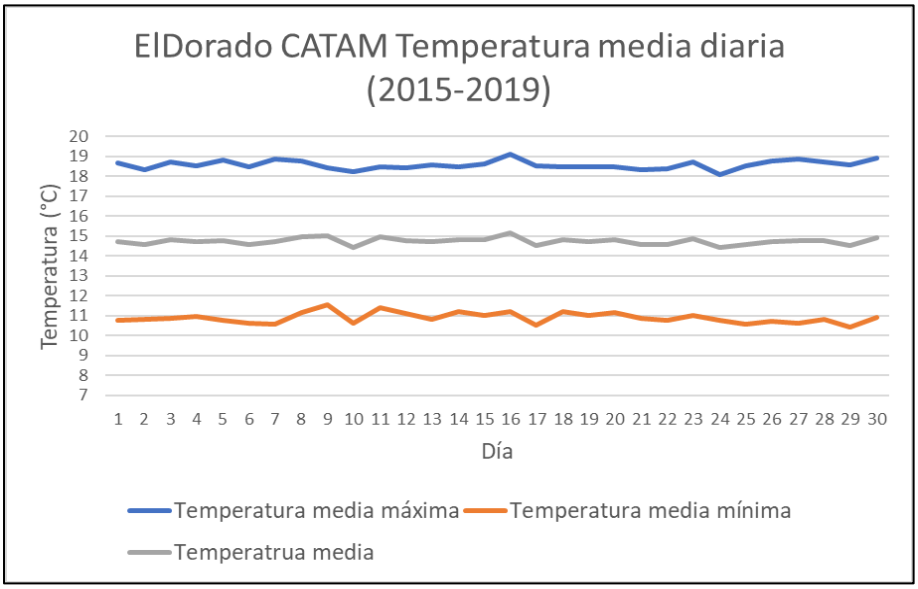


Ilustración 5-31. Comportamiento media diaria de la Temperatura (°C)
Fuente: Aerocivil.

En la Ilustración 5-31, se observa la variación temporal de temperatura, en un perfil de 30 días, en donde la temperatura máxima media diaria oscila entre 18°C y 19°C, estas temperaturas máximas son alcanzadas cuando la radiación solar es mayor en el día, por otro lado la temperatura mínima media diaria oscila entre 10°C y 11°C y se presentan en horas de la madruga o altas horas de la noche, por último la temperatura media diaria oscila entre 14°C y 15°C, representando la temperatura de la mayor parte del día.

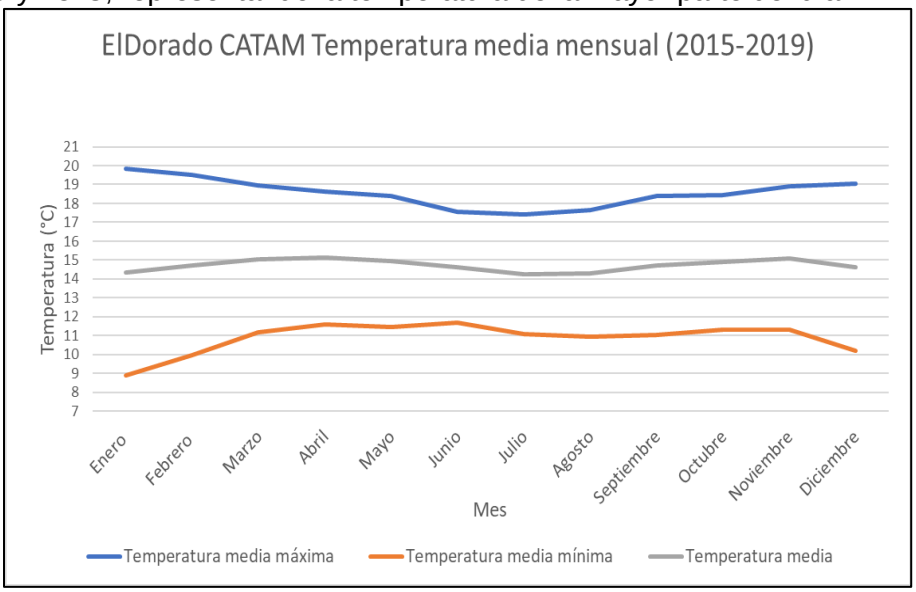


Ilustración 5-32. Comportamiento media mensual de la Temperatura (°C)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-32, la temperatura media máxima, presenta los valores más altos en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, mientras que los más bajos entre junio, julio y

agosto, debido a la influencia de los vientos alisios, particularmente, cuando aumentan su frecuencia y velocidad, incidiendo en la disminución de la temperatura y ofreciendo una sensación térmica baja. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002). La temperatura media máxima oscila entre los 18°C y 20°C.

La temperatura mínima media presenta sus valores más bajos en los meses de enero y febrero, sus valores oscilan entre 9°C y 12°C. Las temperaturas más extremas se presentan entre los meses de enero, febrero y diciembre, estos meses catalogados como buen tiempo, tienen muy poca nubosidad, mayores horas de sol y baja humedad, lo que produce un fuerte calentamiento en el día y una fuga de radiación en la noche, permitiendo así el enfriamiento por irradiación y descenso de la temperatura. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

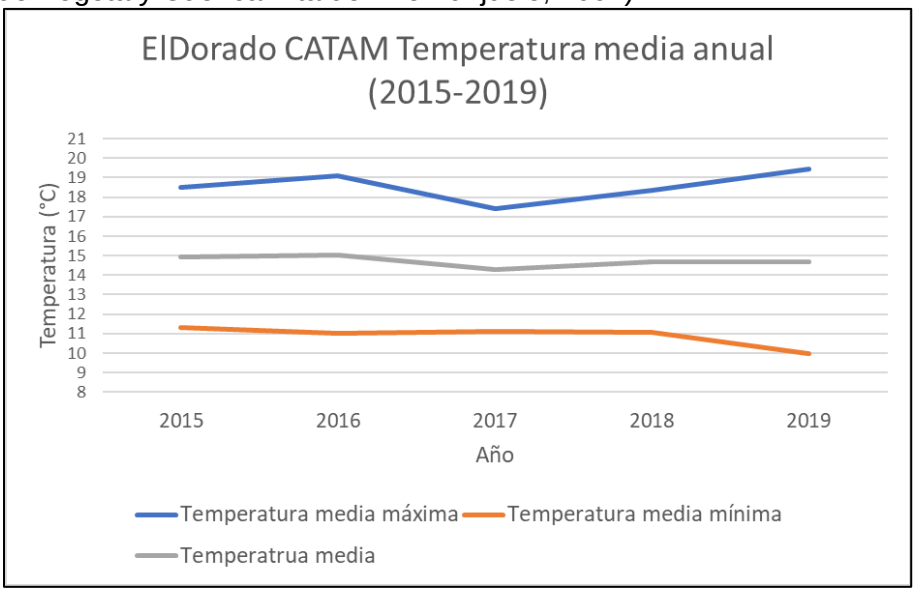


Ilustración 5-33. Comportamiento media anual de la Temperatura (°C)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-33, se aprecia el comportamiento de la temperatura entre los años 2015 y 2019, donde los años 2015 y 2016 mostraron un incremento de temperatura media máxima y una disminución de temperatura media mínima debido al fenómeno climatológico del Niño; En el año 2017, la temperatura media máxima disminuyo y la temperatura media mínima aumento, debido al fenómeno climatológico de la Niña; Los años 2018 y 2019 presentaron un comportamiento de tendencia similar a los presentados en los años 2015 y 2016 debido al fenómeno climatológico del Niño. En la Tabla 5-21 se encuentran los valores de temperatura anual.

Tabla 5-21. Media anual de Temperatura 2015 - 2019

Año	Temperatura media máxima (°C)	Temperatura media mínima (°C)	Temperatrua media (°C)
2015	18,5	11,3	14,9
2016	19,1	11,0	15,0
2017	17,4	11,1	14,3
2018	18,4	11,0	14,7
2019	19,4	10,0	14,7

Fuente: Aerocivil

5.1.10.1.2 Presión Atmosférica

En virtud de su peso, la atmosfera gaseosa de la tierra ejerce una presión sobre la superficie terrestre. Esta presión es igual al peso de una columna vertical de aire de sección transversal unitaria, que actúa por arriba de la superficie de la Tierra, extendiéndose hasta los límites exteriores de la atmosfera. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

A continuación, se presentan el análisis de los valores procesados para la variable de presión atmosférica, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la presión atmosférica en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2015 a 2019, mediante los datos registrados por la estación El Dorado CATAM.

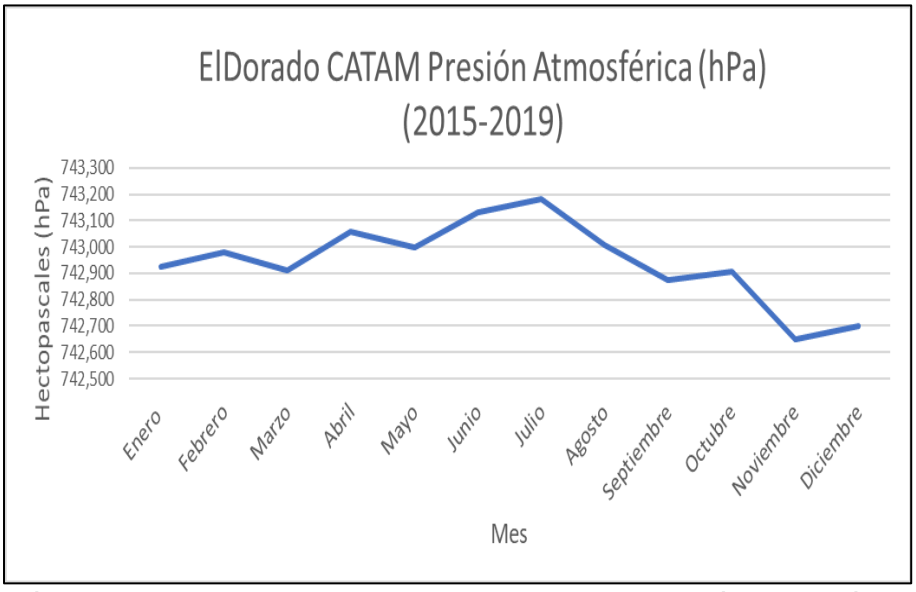


Ilustración 5-34. Comportamiento media mensual de la Presión Atmosférica (hPa)
Fuente: Aerocivil

En el área del Aeropuerto Internacional El Dorado, la variación de la presión atmosférica se caracteriza por tener un solo un máximo y un mínimo, el máximo valor se presenta durante

los meses de julio y agosto con 743.2 hPa y el mínimo valor se presenta entre los meses de noviembre y diciembre con 742.7 hPa, como se muestra en la Ilustración 5-34.

Los dos factores principales que influye en la variación de la presión atmosférica son la altura y la temperatura, en este caso, la temperatura influye la variación, el mayor valor de presión se presenta en los meses de julio y agosto, esto se debe a que el rango de temperatura máximo y mínimo es menor, por lo que la presión varia menos, manteniendo una media de presión alta en comparación con los demás meses, donde el rango de temperatura es mayor y la media de presión menor (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

5.1.10.1.3 Precipitación

La precipitación se define como la caída de hidrometeoros que alcanzan finalmente el suelo. La medida de cantidad de lluvia se expresa por altura de la capa de agua que cubriría el suelo, supuesto perfectamente horizontal, sin filtrarse, evaporarse, ni escurrirse. A esta medida se llama altura de precipitación y es expresada en milímetros. Un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie. La precipitación es una variable meteorológica con gran variabilidad espacial y temporal. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

A continuación, se presentan el análisis y gráficos de los valores procesados para la variable de precipitación, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la precipitación en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2015 y 2019, mediante los datos registrados por las estaciones El Dorado CATAM, Universidad Nacional y IDEAM Bogotá.

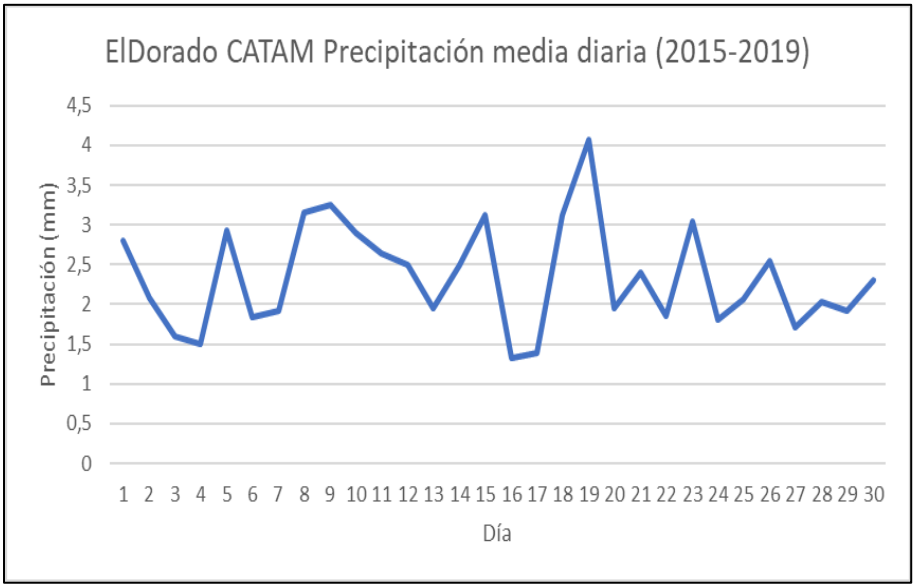


Ilustración 5-35. Comportamiento media diaria de la precipitación (mm)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-35, se observa el comportamiento de la precipitación media diaria de 30 días, comprendida entre los años 2015 hasta 2019 del Aeropuerto Internacional El Dorado, en donde el mínimo y máximo valor, estuvo presente entre los días 15 y 20 con valores de 1.3 mm y 4 mm respectivamente, por otro lado, los días del 25 y 30, hubo una variación de precipitación menor, estando alrededor de los 2mm.

La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de los Alisios del noreste y sureste. Estas Corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales de los dos hemisferios, constituyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). La ZCIT favorece el desarrollo de nubosidad y lluvias, se mueve latitudinalmente siguiendo el desplazamiento aparente del Sol con respecto a la Tierra, con un retraso aproximado de dos meses. Con este desplazamiento la ZCIT pasa sobre el territorio colombiano en dos ocasiones cada año. El desplazamiento en mención y la acción de factores físico – geográficos regionales como la orografía, determinan el régimen de lluvias en las regiones de Colombia. (Mariposas, 2017).

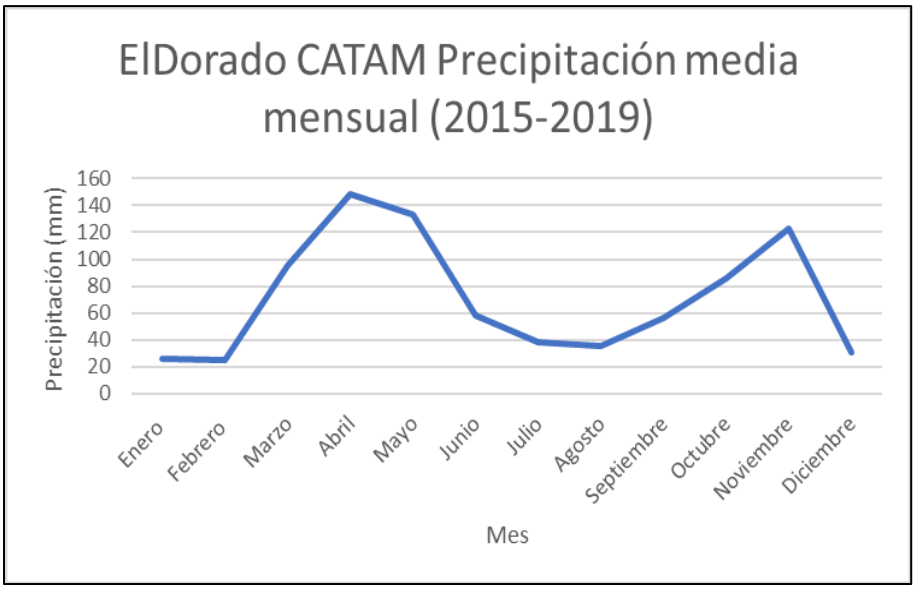


Ilustración 5-36. Comportamiento media mensual de la precipitación (mm)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-36, representa la distribución media mensual de la precipitación de los años 2015 a 2019 del Aeropuerto Internacional El Dorado, donde tiene carácter bimodal, con dos periodos de bastante lluvia y dos de baja lluvia o secos. El primer periodo lluvioso, se presentan entere los meses de abril y mayo con valores de 149mm y 133mm respectivamente, el segundo periodo durante los meses de octubre y noviembre con valores 85mm y 123mm, respectivamente. El primer período seco se presenta en los meses de enero y febrero con valores de 25mm y 24mm respectivamente, el segundo periodo seco se presenta en los meses julio y agosto con valores de 38mm y 35mm respectivamente.

En la Ilustración 5-37, se presentan los valores de la distribución en sentido occidente-oriente de la precipitación en la ciudad de Bogotá durante los años 2015 a 2018, este sentido tiene gran relevancia de análisis, debido a que es el sentido en que las aeronaves realizan sus procedimientos de despegue y aterrizaje en el Aeropuerto Internacional El

Dorado. Las estaciones meteorológicas de las cuales se obtuvieron los datos fueron El Dorado CATAM, Universidad Nacional y IDEAM Bogotá.

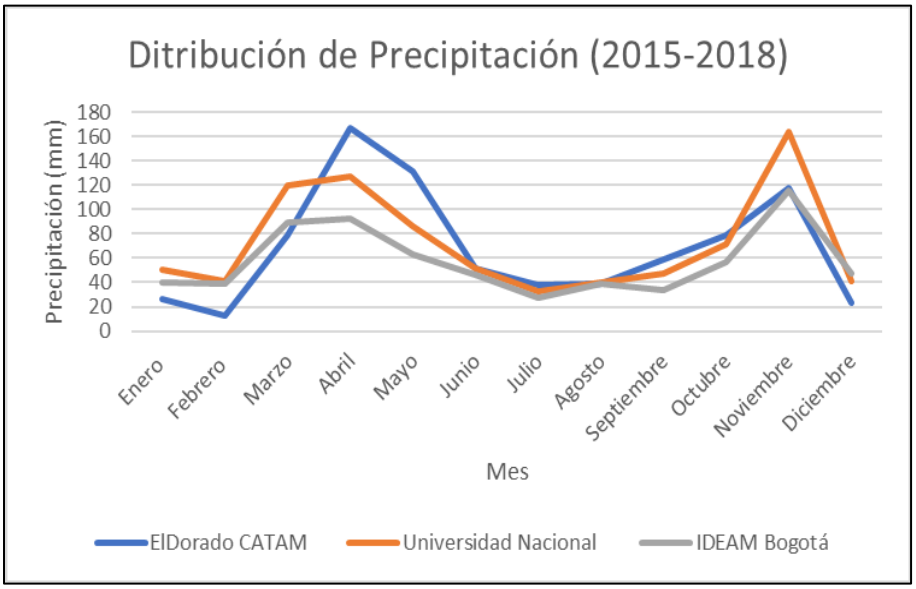


Ilustración 5-37. Distribución media mensual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-37, se observa un gradiente de precipitación en sentido occidente-oriente. En el primer periodo de lluvias y seco, hay una mayor cantidad precipitación en el occidente de la ciudad que va disminuyendo hacia el oriente, pero a partir del mes de agosto, en el segundo periodo de lluvias y seco, se presenta una mayor precipitación en el centro de la ciudad que va disminuyendo hacia el occidente y el oriente.

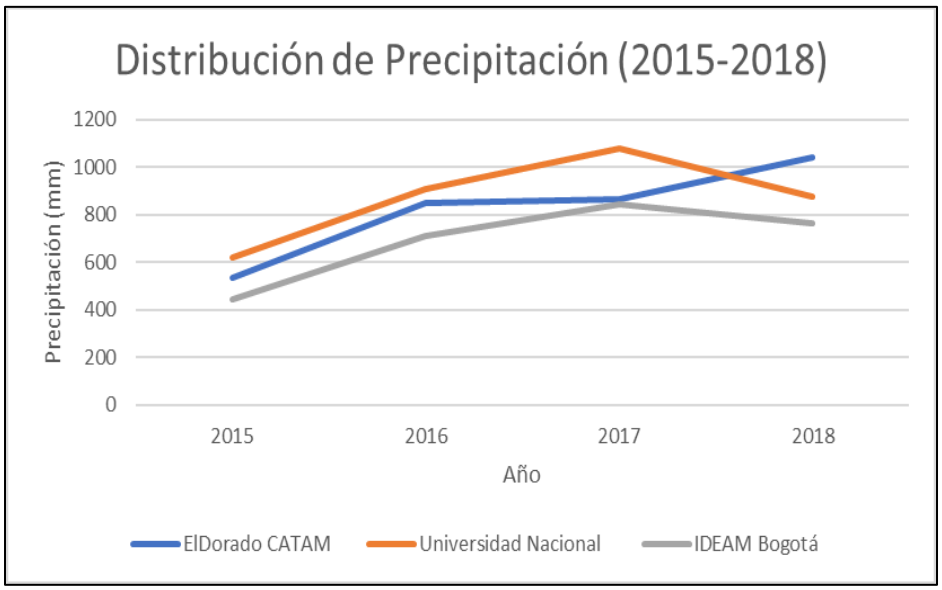


Ilustración 5-38. Distribución anual de la precipitación en la ciudad de Bogotá (mm)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-38, se aprecia la precipitación total de los años 2015 a 2018, que fue medida por las estaciones meteorológicas de El Dorado CATAM, Universidad Nacional y IDEAM Bogotá, donde la mayor precipitación se dio en el centro de la ciudad, donde se encuentra ubicada la estación de Universidad Nacional.

La tendencia de la precipitación total va en aumento, debido a que en el año de 2015 se presentó el fenómeno del Niño fuerte, lo que disminuyó la cantidad de lluvias, mientras que en el año 2017 se presentó un fenómeno de la Niña moderado, lo que aumentó la cantidad de lluvias. Durante el año 2018, se presentó en el primer semestre el fenómeno del Niño, mientras que en el segundo semestre el fenómeno de la Niña, lo que llevo a una variación de las tendencias de precipitación total medidas en las 3 estaciones de ese año.

5.1.10.1.4 Humedad Relativa

La humedad relativa es la cantidad de agua que puede contener una masa de aire, y se expresa como porcentaje de vapor de agua presente en $1m^3$ de aire a una temperatura dada. Por lo que esta variable climática depende de manera directamente proporcional a la temperatura, y a los niveles de precipitación que se hallan en una determinada área, ya que a medida que va aumentando la temperatura y las precipitaciones el aire es más propenso a contener más humedad. (Mariposas, 2017)

A continuación, se presentan el análisis y grafico de los valores procesados para la variable de humedad relativa, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la humedad relativa en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2015 y 2019, mediante los datos registrados por la estación El Dorado CATAM.

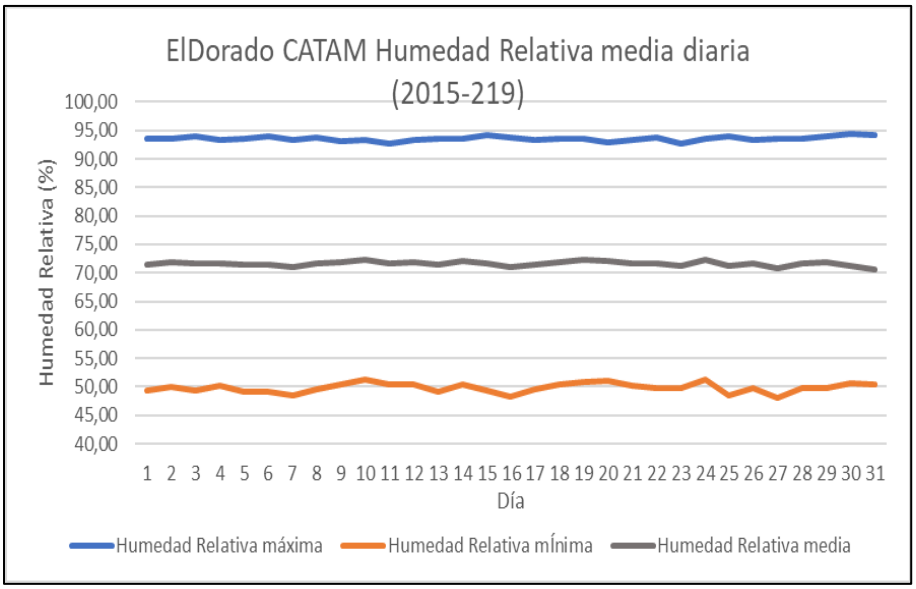


Ilustración 5-39. Comportamiento medio diaria Humedad Relativa (%)
Fuente: Auditoría

En la Ilustración 5-39, se presenta la Humedad relativa media máxima, media mínima y media, en una temporalidad de 31 días, donde la variación de cada valor es poca. La humedad relativa media máxima diaria oscila alrededor del 93%, la humedad relativa media mínima diaria oscila alrededor de 50% y la humedad relativa media diaria oscila alrededor del 71%, durante los años 2015 a 2019.

La Ilustración 5-39 también muestra que, durante cada día, se presenta una media máxima y media mínima de humedad relativa que oscilan entre el 96% y el 45% respectivamente, esto se debe a la variación de temperatura hay en el día (24 horas), presentando mayor humedad relativa en las horas más frías, correspondientes a la madrugada y altas horas de la noche, por otro lado la menor humedad relativa se presentan cuando la temperatura en el día es mayor, que por lo general es entre las 12 horas y 14 horas.

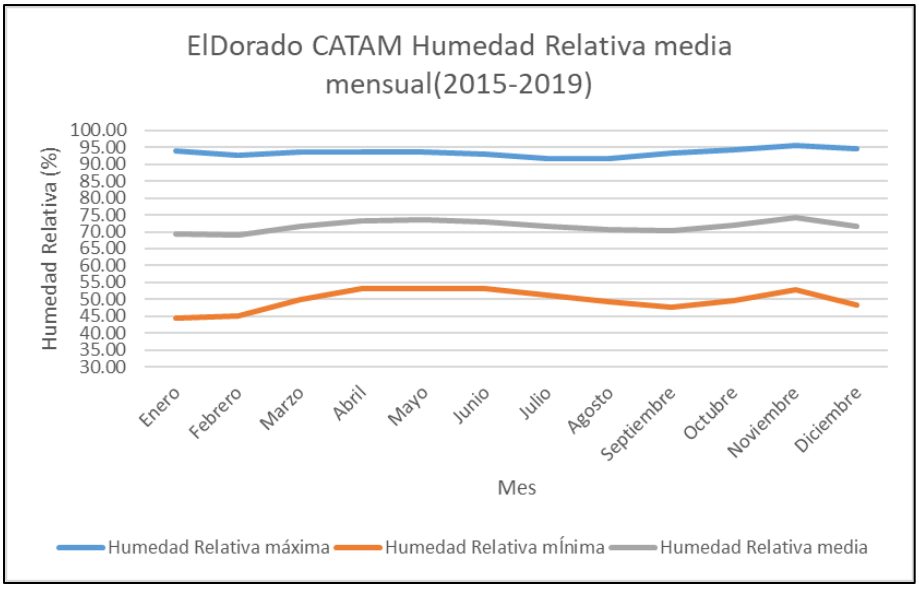


Ilustración 5-40. Comportamiento media mensual de la Humedad Relativa (%)
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-40, muestra la variación de la humedad relativa media máxima, media mínima y media entre los meses de enero y diciembre de los años 2015 a 2019. Los meses en donde el porcentaje de vapor de agua presente en el aire es mayor corresponde, a los meses de los dos periodos de mayor lluvia (Primer periodo abril y mayo; segundo periodo octubre y noviembre), sin embargo, el mes de enero posee una media de Humedad relativa máxima de alrededor 94%, debido a que la media de temperatura mínima fue menor durante los años 2015 a 2019, como se muestra en la Ilustración 5-32.

La Ilustración 5-40 también muestra que, durante cada mes, se presenta una media máxima y media mínima de humedad relativa que oscilan entre el 96% y el 44% respectivamente, esto se debe a la variación de temperatura hay en el día (24 horas), presentando mayor humedad relativa en las horas más frías, correspondientes a la madrugada y altas horas de

la noche, por otro lado la menor humedad relativa se presentan cuando la temperatura en el día es mayor, que por lo general es entre las 12 horas y 14 horas.

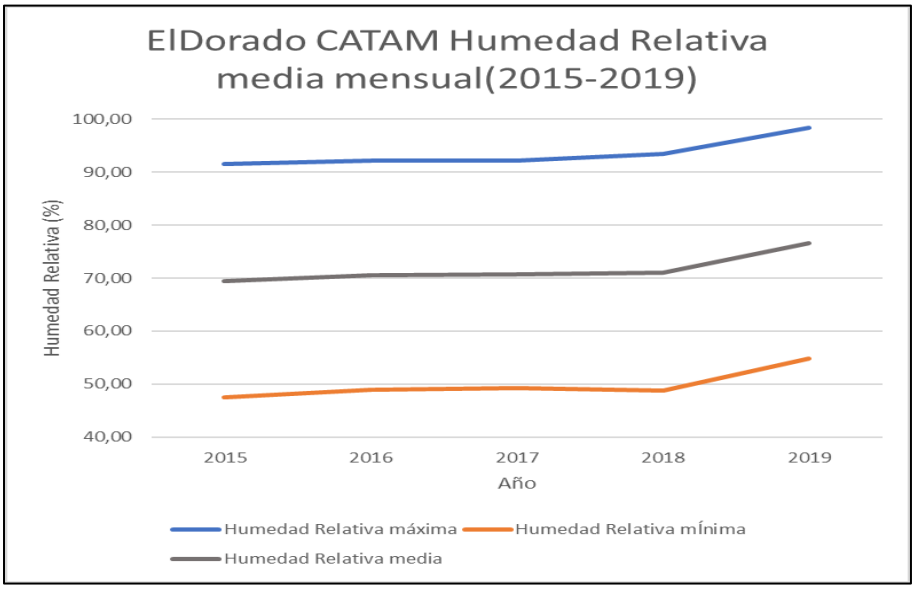


Ilustración 5-41. Comportamiento media anual de la Humedad Relativa (%)
Fuente: Aerocivil

La humedad relativa se comporta de manera similar a como se comporta la Temperatura anual además de ser afectada por los mismos fenómenos meteorológicos, sin embargo, la tendencia al aumento de los tres valores medios de humedad relativa se debe a tendencia a disminuir, de la temperatura mínima anual de la Ilustración 5-33, ya que si la temperatura disminuye el porcentaje de vapor de agua en el aire aumentan.

5.1.10.1.5 Dirección y Velocidad de Viento

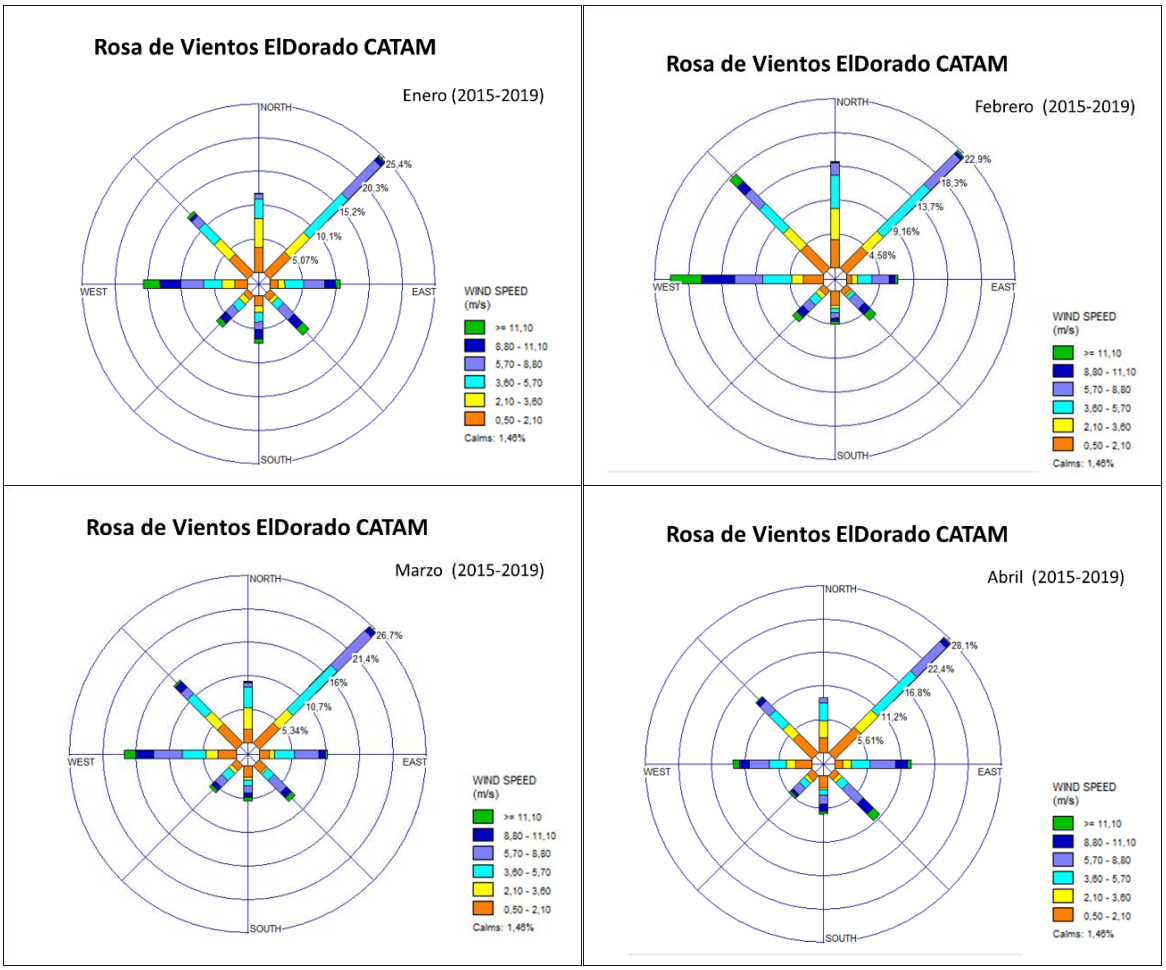
El viento es el movimiento del aire cuya intensidad está sujeta a variaciones, tanto en período como en amplitud, debido a que no es laminar. El viento sobre la Tierra es un flujo turbulento, que comprende remolinos de tamaños diversos y parámetros físicos que se desplazan con el flujo. La orografía de la Tierra es el principal factor que determina la estructura turbulenta del viento. Esta estructura del flujo del aire se manifiesta a través de la llamada “rafagosidad” del viento, o sea fluctuaciones de los parámetros del viento de superficie.

La dirección del viento es determinada por la trayectoria media que hace el aire en su movimiento y en general, está dada por el punto correspondiente de donde fluye la corriente de viento y no de aquel, hacia el cual se dirige. Las distintas direcciones del viento están referidas en la Rosa de los Vientos, la cual señala los diferentes puntos cardinales que van desde 4 hasta 16 direcciones. La velocidad del viento se determina por el espacio recorrido por las partículas de aire que el flujo del aire impulsa en su movimiento, o también por la presión que el viento ejerce sobre un obstáculo dado, se expresa en metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h), nudos, millas /hora.

Colombia se encuentra en una zona, donde los vientos sufren modificaciones significativas por las condiciones locales, el calentamiento, cantidad de vapor de agua en la atmosfera, además de influencias geográficas y factores de carácter térmico y dinámico. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002)

A continuación, se presentan las rosas de los vientos, gráficos y análisis de los valores procesados para las variables velocidad y dirección del viento, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento del viento en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2015 y 2019, mediante los datos registrados por la estación El Dorado CATAM. Todas las rosas de los vientos fueron el hechas con el programa wrplot.

El comportamiento mensual del viento durante los años 2015 a 2019, en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado se observa en la Ilustración 5-42 y la Ilustración 5-43, cada ilustración representa un semestre del año, como se muestra a continuación:



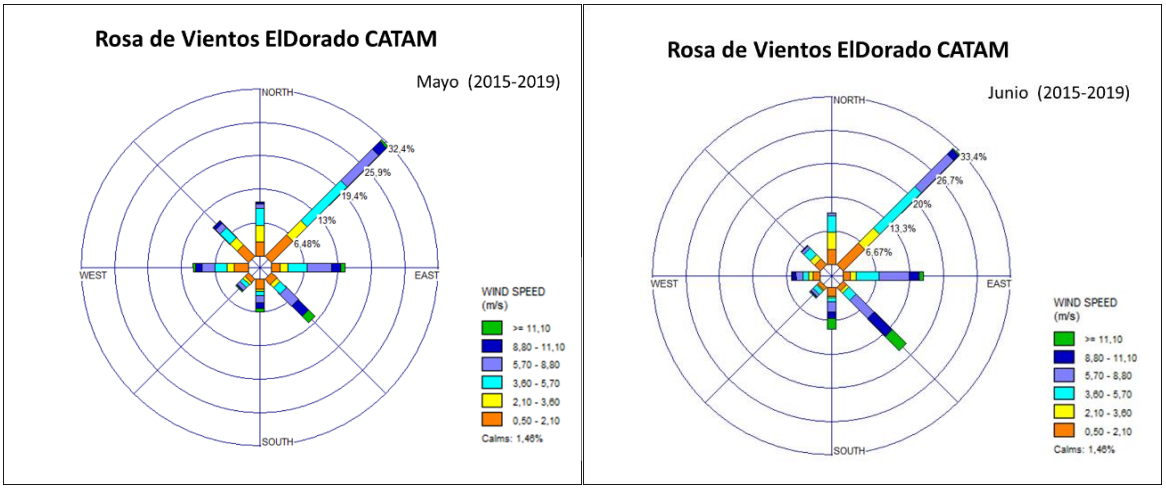
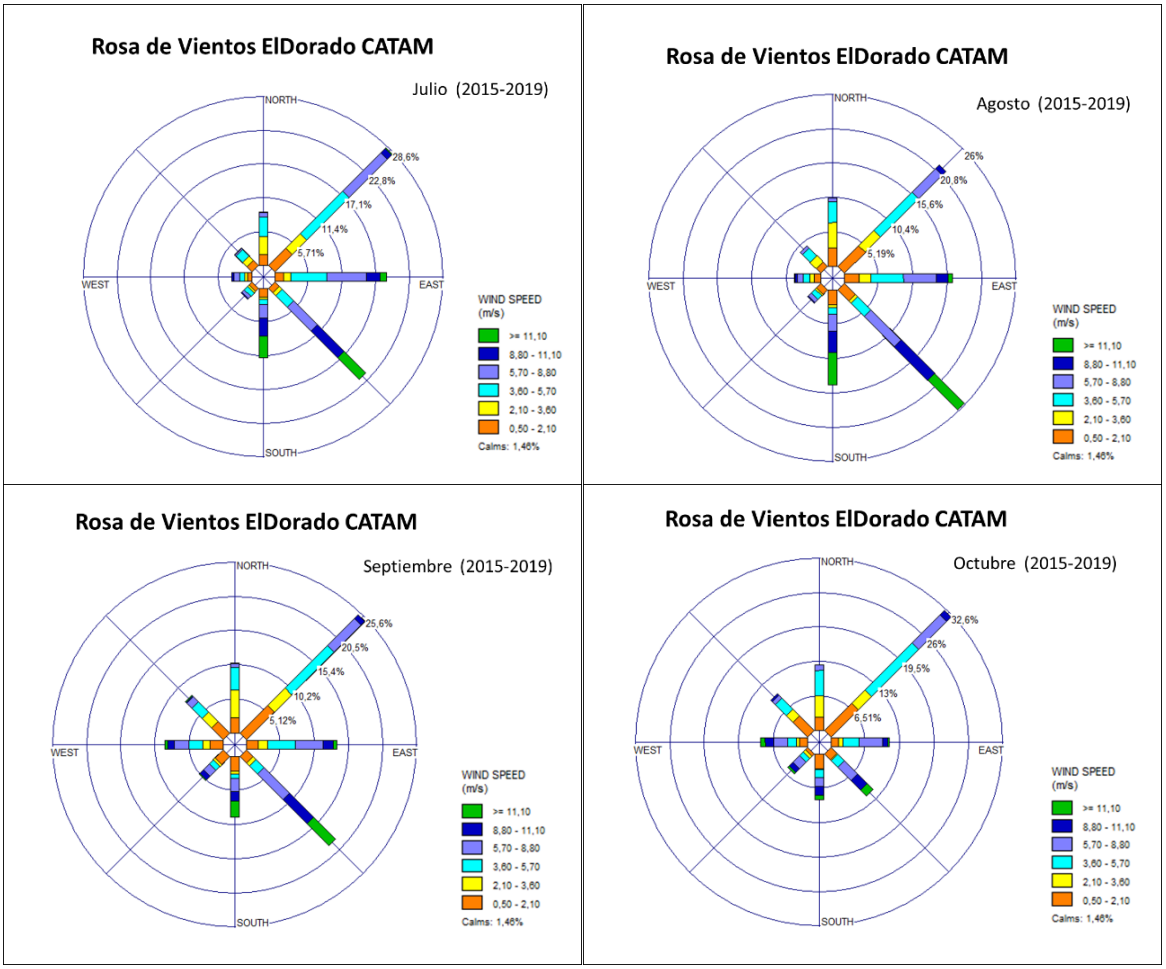


Ilustración 5-42. Comportamiento del viento Enero -Junio del Aeropuerto Internacional El Dorado
Fuente: Aerocivil – WRPLOT



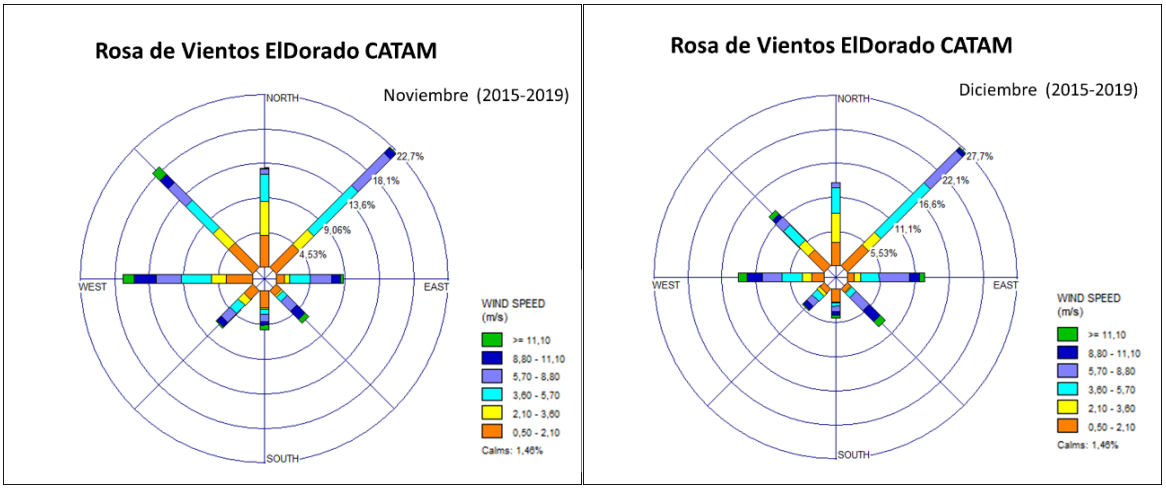


Ilustración 5-43. Comportamiento del viento Julio - Diciembre del Aeropuerto Internacional El Dorado
Fuente: Aerocivil - WRPLOT

Las características del viento varían mes a mes a lo largo del año, presenta diferentes direcciones y velocidades, de acuerdo con a diferentes fenómenos meteorológicos y a la influencia sinóptica de los vientos alisios. De acuerdo con la Ilustración 5-42 y la Ilustración 5-43, la dirección noreste tiene un gran predominio a lo largo de cada mes, con una frecuencia de 26.23% a lo largo del año, la dirección con menor frecuencia 4.73% es la suroeste. La mayor frecuencia de velocidades del viento que se presentó a lo largo los años 2015 a 2019 fue de 3.60 m/s a 5,70 m/s con un valor del 25.56%, la frecuencia del viento en calma fue del 1.49%.

Los vientos alisios del noreste influyen a lo largo de todos los meses del año, sin embargo, los vientos alisos del sureste influyen de gran manera durante los meses de julio y agosto, haciendo que las corrientes de viento sean más intensas en esta dirección, alcanzando velocidades superiores a los 11.1 m/s.

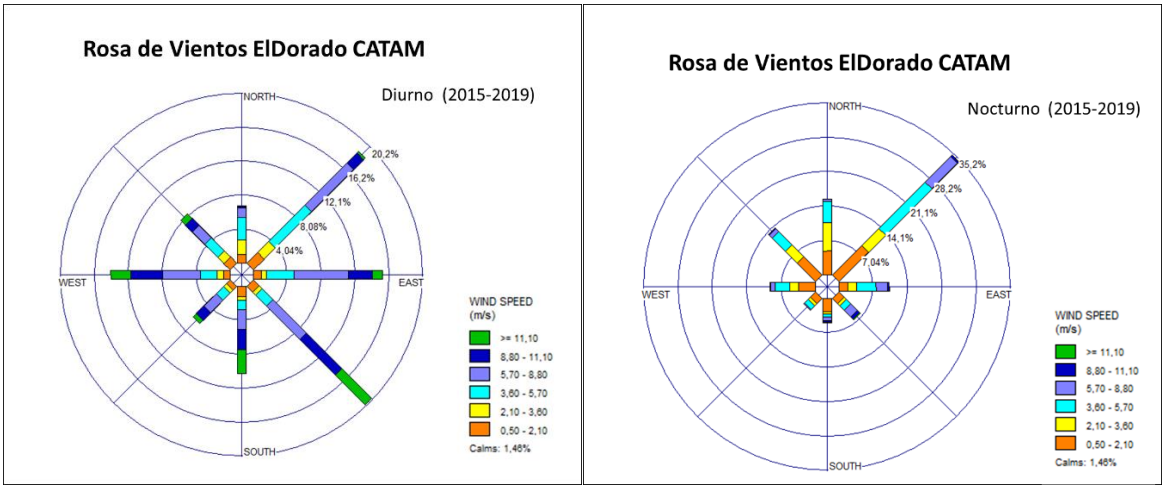


Ilustración 5-44. Comportamiento del viento diurno y nocturno del Aeropuerto Internacional El Dorado
Fuente: Aerocivil - WRPLOT

En la Ilustración 5-44 podemos observar el comportamiento diurno (06:00 horas 17:59 horas) y nocturno (18:00 horas hasta 05:59 horas), de los años 2015 a 2019. En el horario diurno los vientos en dirección sureste son los que con mayor frecuencia se presentan en el día, con un valor del 19.81% y con velocidades superiores a 11.1 m/s, como se muestra en la Tabla 5-22. En el horario nocturno los vientos en dirección noreste tienen una frecuencia del 34,51% con velocidades de entre 3.6 y 5.7 m/s con una frecuencia de 13.39%, como se muestra en la Tabla 5-23.

Tabla 5-22. Direcciones y velocidades del viento horario Diurno

Dirección	Clases de viento (m/s)						
	0,50 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,70	5,70 - 8,80	8,80 - 11,10	>= 11,10	Total
Norte	1,00%	1,74%	2,69%	1,13%	0,14%	0,06%	6,75%
Noreste	1,77%	1,90%	6,12%	7,04%	1,63%	0,28%	18,74%
Este	0,92%	0,59%	3,26%	6,46%	2,85%	1,20%	15,28%
Sureste	0,95%	0,49%	1,85%	5,55%	5,97%	4,99%	19,81%
Sur	1,20%	0,38%	1,13%	2,31%	2,44%	2,87%	10,34%
Suroeste	0,63%	0,43%	1,31%	2,00%	1,30%	0,59%	6,26%
Oeste	0,79%	0,76%	2,00%	4,45%	3,77%	2,38%	14,14%
Noroeste	1,03%	1,05%	2,14%	2,08%	1,19%	0,82%	8,30%
Total	8,29%	7,33%	20,49%	31,03%	19,28%	13,19%	99,61%
Viento en Calma (0 - 0,5 m/s)							0,39%

Fuente: Aerocivil - WRPLOT

Tabla 5-23. Direcciones y velocidades del viento horario Diurno

Dirección	Clases de viento (m/s)						
	0,50 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,70	5,70 - 8,80	8,80 - 11,10	>= 11,10	Total
Norte	4,84%	5,83%	4,32%	0,46%	0,03%	0,01%	15,48%
Noreste	8,43%	5,03%	13,39%	7,30%	0,34%	0,03%	34,51%
Este	1,81%	1,68%	4,03%	2,31%	0,34%	0,05%	10,22%
Sureste	1,55%	0,48%	1,36%	1,89%	0,67%	0,16%	6,10%
Sur	2,65%	0,38%	0,63%	0,72%	0,32%	0,17%	4,87%
Suroeste	1,45%	0,70%	0,96%	0,27%	0,03%	0,01%	3,41%
Oeste	3,38%	1,87%	2,98%	0,90%	0,08%	0,04%	9,25%
Noroeste	5,31%	3,31%	3,92%	0,90%	0,11%	0,01%	13,56%
Total	29,41%	19,28%	31,58%	14,76%	1,91%	0,46%	97,40%
Viento en Calma (0 - 0,5)							2,60%

Fuente: Aerocivil - WRPLOT

5.1.10.1.6 Radiación Solar

La radiación solar mide la intensidad, en watts por metro cuadrado y por hora, que alcanza la superficie de la Tierra. La radiación solar es de máxima importancia para la vida sobre la tierra. Los distintos flujos de radiación, hacia y desde la superficie de la tierra, permiten deducir el balance de calor de la Tierra en su totalidad, y de cualquier lugar en particular sobre el globo. El conocimiento de la radiación la radiación solar es de gran ayuda para la

ciencia, la industria, la agricultura y otras actividades del ser humano. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002)

A continuación, se presentan los gráficos y análisis de los valores procesados para la variable de radiación solar, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la radiación solar en la ciudad de Bogotá, donde está ubicada la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 4 años, comprendido entre los años 2015 y 2018, mediante los datos registrados por la estación Universidad Nacional.

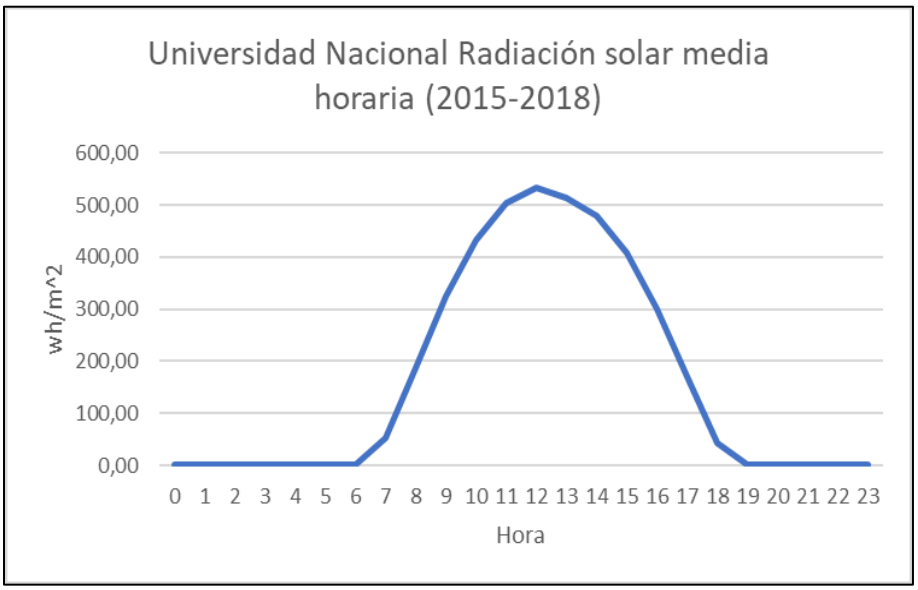


Ilustración 5-45. Comportamiento de la media horaria de la radiación solar (wh/$\boldsymbol{m^2}$)
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-45 permite visualizar y valorar, el perfil horario de la radiación solar de los años 2015 a 2018. De las 19 horas hasta las 6 horas, la radiación solar que alcanza la superficie de la tierra es cercana o igual a 0, debido a que esta área de la superficie por acción de la rotación deja de recibir luz solar, lo contrario sucede entra las 7 horas y 18 horas, donde la misma área de la superficie por acción de la rotación de la tierra, percibe luz solar, alcanzando el punto máximo de radiación solar a las 12 horas con una media de 533 wh/m^2.

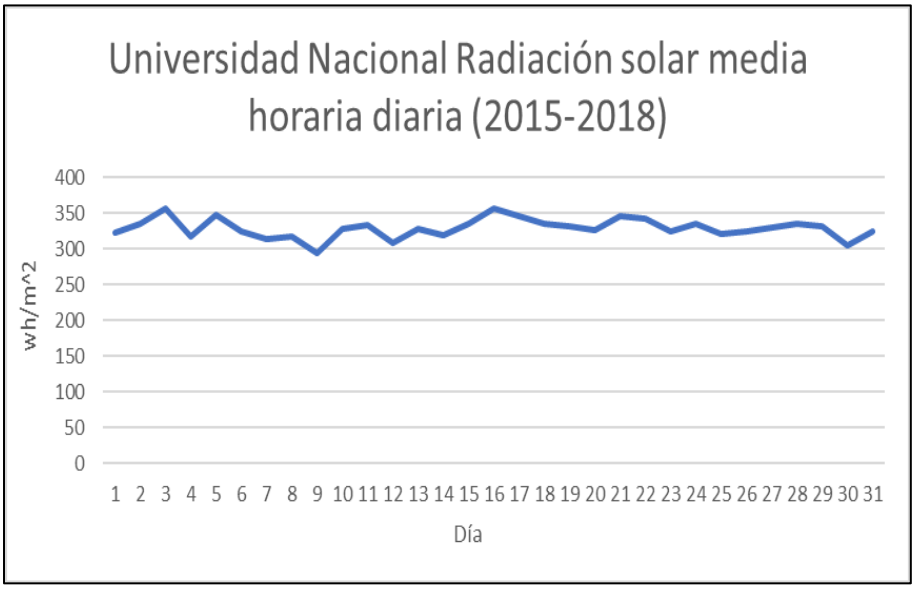


Ilustración 5-46. Comportamiento de la media horaria diaria de la radiación solar (wh/$\boldsymbol{m^2}$)
Fuente: Aerocivil

Para la media horaria diaria de la radiación solar, se tuvo en cuenta solo los valores registrados entre las 7 horas y 18 horas, lo que correspondió a 12 horas de datos por día, entre los años 2015 y 2018. La Ilustración 5-46 nos muestra como a lo largo de 31 días la radiación solar media horaria diaria oscila entre 300 wh/m^2y 350 wh/m^2.

La rotación de la tierra afecta la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie, pero también lo hacen las nubes. En la Ilustración 5-47, se ve la variación media horaria mensual de la radiación solar, donde sus valores máximos son alcanzados en los periodos secos, en el cual hay menor nubosidad, mientras que sus valores mínimos son alcanzados en los periodos de lluvia, donde hay mayor nubosidad.

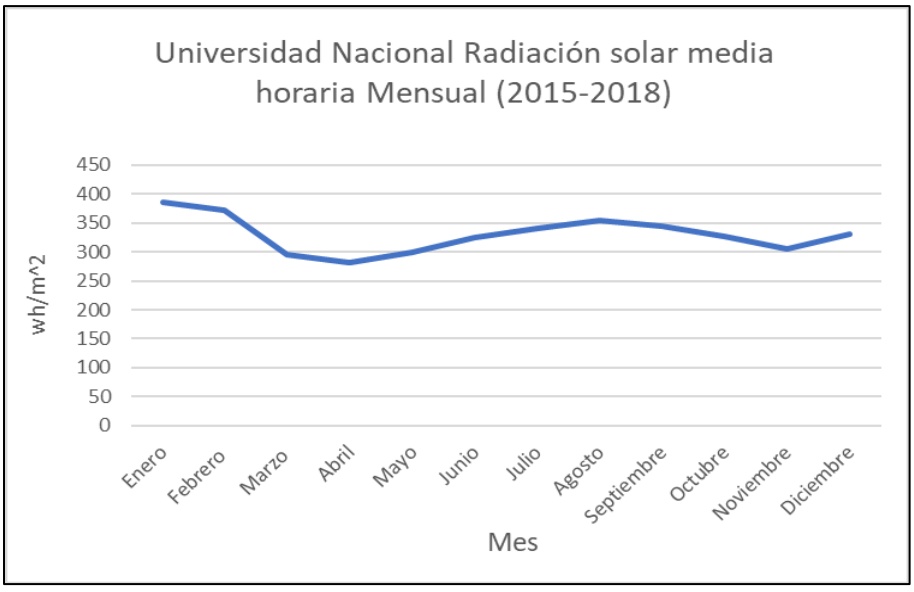


Ilustración 5-47. Comportamiento de la media horaria mensual de la radiación solar (wh/m^2)
Fuente: Aerocivil

La media horaria anual de la radiación solar es afectada también por los fenómenos climatológicos del niño y la niña que se presentan cada año. En la Ilustración 5-48, se observa que la radiación solar media de los años 2015 y 2016 aumenta, debido a que en estos años se presentó el fenómeno del niño, sin embargo, en el fenómeno de la niña se presentó en gran parte de los años 2017 y 2018, lo que llevo a una disminución de la radiación solar.

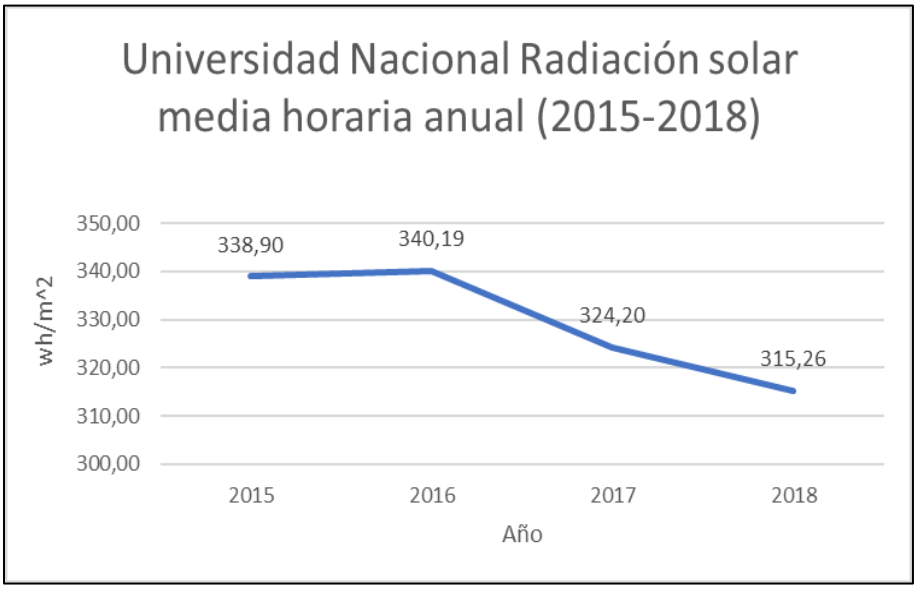


Ilustración 5-48 Comportamiento de la media horaria anual de la Radiación Solar (wh/m^2)
Fuente: Aerocivil

5.1.10.1.7 Nubosidad

Según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), una nube se define como un conjunto de minúsculas partículas de agua líquida o de hielo, o de ambas a la vez, en suspensión en la atmosfera. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

La nubosidad se mide agrupando mentalmente todas nubes que se observan en determinado momento en el firmamento, incluso los velos transparentes que forman el cirrus, y contando las octavas partes (x/8) del cielo ocupadas por estas nubes agrupadas. En la Ilustración 5-49 se presenta la clasificación de la agrupación de octavas de nubes. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

Num.	Símbolo	Descripción
0		Despejado sin nubes
1		1/8 del cielo cubierto- ligeramente nublado
2		2/8 del cielo cubierto-ligeramente nublado
3		3/8 del cielo cubierto-ligeramente nublado
4		4/8 del cielo cubierto-parcialmente nublado
5		5/8 del cielo cubierto-mayormente nublado
6		6/8 del cielo cubierto-mayormente nublado
7		7/8 del cielo cubierto-mayormente nublado
8		Cielo completamente cubierto
9		No se puede observar el cielo

Ilustración 5-49. Medida de la Nubosidad

Fuente: (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002)

A continuación, se presentan la tabla y análisis de los valores procesados para la variable de nubosidad, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la nubosidad en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 5 años, comprendido entre los años 2012 y 2016, mediante los datos registrados por la estación Aeropuerto CATAM. La estación fue suspendida el 3 de mayo de 2019, la información de nubosidad conseguida mediante la plataforma web de Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos, solo permitió descarga datos de la estación Aeropuerto CATAM.

El análisis mensual de la nubosidad para el área del Aeropuerto Internacional El Dorado, fue realizado con datos de nubosidad tomados de las 7 horas, 13 horas y 19 horas, de la estación meteorológica Aeropuerto CATAM. El resultado de este análisis se observa en la Tabla 5-24.

Tabla 5-24. Distribución mensual de la Nubosidad en el Aeropuerto Internacional El Dorado

Mes	1/8 del cielo cubierto - ligeramente nublado	2/8 del cielo cubierto - ligeramente nublado	3/8 del cielo cubierto - ligeramente nublado	4/8 del cielo cubierto - paciamente nublado
Enero	14,0%	47,3%	38,2%	0,4%
Febrero	7,3%	40,5%	52,0%	0,2%
Marzo	4,1%	36,1%	59,1%	0,6%
Abril	5,3%	28,9%	65,6%	0,2%
Mayo	2,2%	34,9%	62,9%	0,0%
Junio	3,1%	40,2%	56,7%	0,0%
Julio	3,7%	40,2%	56,1%	0,0%
Agosto	4,5%	35,7%	59,6%	0,2%
Septiembre	5,6%	38,9%	55,3%	0,2%
Octubre	5,8%	34,8%	59,1%	0,2%
Noviembre	4,7%	34,2%	60,2%	0,9%
Diciembre	10,8%	44,9%	44,1%	0,2%

Fuente: Aerocivil

Los meses con mayor cubrimiento de cielo nublado (3/8 del cielo cubierto) corresponde a abril con 65.6%, mayo con 62.9%, octubre con 59.61% y noviembre con 60.2%, en estos meses se presentan los periodos de lluvias de la ciudad de Bogotá. Otro mes que tuvo un cubrimiento de 3/8 del cielo cubierto, fue el mes de agosto con el 59.6%, esto se debe a que se presenta una alta velocidad de los vientos alisios del sureste, que se desplazan hacia el norte, llevando consigo nubes. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

5.1.10.1.8 Evaporación

La evaporación es un proceso físico por el cual el agua de una superficie húmeda, o de una superficie de agua libre, es introducida en el aire en forma de vapor a una temperatura por debajo del punto de ebullición. En índice de evaporación se define como la cantidad de agua perdida por una unidad de superficie en una unidad de tiempo, se mide en milímetros de agua evaporada. La evaporación depende de factores como la latitud, elevación del lugar, así como de la temperatura, radiación solar, grado de humedad atmosférica y la intensidad del viento. (IDEAM, Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2002).

A continuación, se presentan los gráficos y análisis de los valores procesados para la variable de evaporación, todos los datos se encuentran en la GDB. El análisis del comportamiento de la evaporación en la ciudad de Bogotá, donde está ubicada la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado, se realizó en un periodo de 4 años, comprendido entre los años 2015 y 2018, mediante los datos registrados por la estación Jardín Botánico.

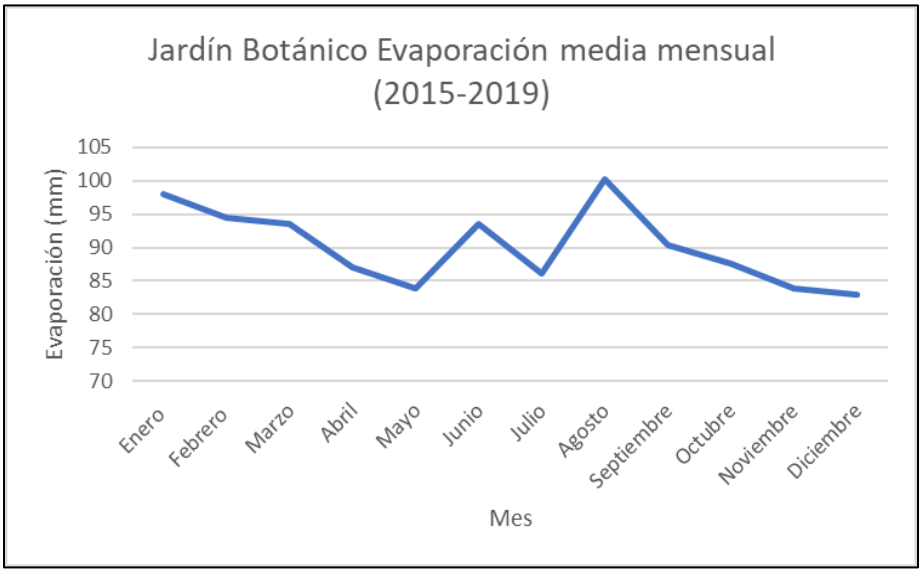


Ilustración 5-50. Comportamiento medio mensual de Evaporación (mm)
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-50, se observa el análisis temporal de la evaporación media, donde los valores más altos se presentan en enero, febrero y agosto, correspondiendo a los meses de mayor radiación solar y periodo seco y una baja humedad relativa media. Los meses con valores de evaporación bajos son mayo. Noviembre y diciembre, considerados meses lluviosos y de menor radiación solar.

5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones

A continuación, se presenta la identificación de fuentes de emisión en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado, esta información fue consultada de diferentes estudios y bases de datos con las que cuenta la Secretaría Distrital de Ambiente de la ciudad de Bogotá (SDA) y la Corporación Autónoma Regional (CAR).

5.1.10.2.1 Fuentes puntuales y de área

Las fuentes fijas puntuales y de área identificadas en el área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado se pueden clasificar en tres (3) grupos principales: fuentes cuya emisión principal la genera un horno, fuentes cuya emisión principal las genera una caldera y otras fuentes de emisión. En la Ilustración 5-51 y la Tabla 5-25 se presenta un resumen de las fuentes de emisión identificadas tanto en la localidad de Engativá como en la localidad de Fontibón, esta información puede consultarse a detalle en el anexo 5.1.10.2.1 BD_inventariofuentesfijas.

Tabla 5-25 Tipo fuentes de emisión.

Tipo de Fuente	Localidad	Cantidad de fuentes identificadas	Contaminantes
Caldera	Engativá	88	MP, CO, NOx, SOx, O_3, COVs
	Fontibón	193	

Tipo de Fuente	Localidad	Cantidad de fuentes identificadas	Contaminantes
Horno	Engativá	72	
	Fontibón	124	
Otras	Engativá	56	MP, CO, NOx, SOx, O_3, COVs
	Fontibón	48	
	Total	**581**	

Fuente: Adaptado de Inventario de Fuentes Fijas Industriales Dentro de la Jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2018)

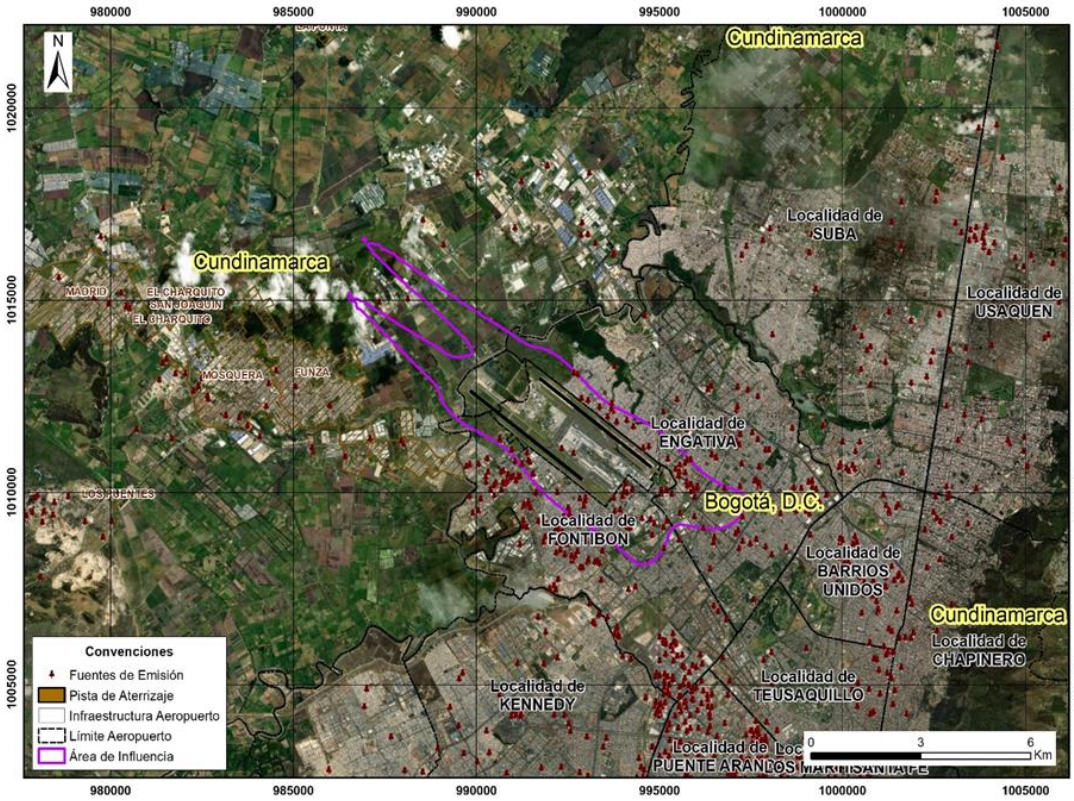


Ilustración 5-51. Fuentes fijas y de área identificadas en Fontibón y Engativá.
Fuente: Adaptado de Inventario de Fuentes Fijas Industriales Dentro de la Jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C. (SDA, 2018)

A continuación, se presenta el análisis de las localidades de Fontibón y Engativá realizado en el Inventario de Fuentes Fijas Industriales de la SDA:

Fontibón es un importante centro industrial y comercial, así como un importante centro de transportes ya que aparte de limitar con el Aeropuerto Internacional El Dorado, se encuentra la Terminal de Transportes de Bogotá. Así mismo existen importantes fábricas y bodegas, incluyendo la Zona Franca de Bogotá, el principal centro de máquinas en Bogotá. Sobre la Avenida el Dorado se encuentran oficinas de importantes compañías de servicios.

Algunas cifras[14]:

- En la localidad Fontibón se localizan 10,678 empresas de Bogotá, equivalentes al 4.7%.
- La estructura empresarial de la localidad se concentra en el sector servicios (76%), la industria (18%) y la construcción (4%).
- En la localidad hay una alta presencia de microempresarios. Del total de empresas, 8,846 son microempresas que representaron el 83% de la localidad y el 4.4% de Bogotá.
- Los sectores económicos en los que se encuentra el mayor número de empresas de la localidad son: comercio (38%), servicios inmobiliarios y de alquiler (10%), transporte, almacenamiento y comunicaciones (11%), los hoteles y restaurantes (8%) y otros servicios comunitarios (4%).
- El 60% de las empresas de la localidad son personas naturales, y el 40%, personas jurídicas.

Engativá se ubica en el centro occidente de Bogotá; no tiene suelo rural y posee (150 ha) de suelo de expansión. Por su posición geográfica, Engativá se considera una localidad periférica, de conexión entre las localidades de Bogotá y el occidente de Cundinamarca. Además de las áreas de actividad residencial, hay áreas industriales que posicionan a Engativá como una de las localidades de Bogotá con presencia industrial.

El sector de Las Ferias es el principal eje económico de la localidad, ya que se encuentra toda clase de textiles y varias microempresas manufactureras. Por otra parte, cuatro importantes centros comerciales se ubican en la localidad: Diverplaza, Unicentro de Occidente, Portal de la 80 y Titán Plaza. También, sobre el eje vehicular de la Avenida El Dorado se encuentran varias industrias aledañas al Terminal Puente Aéreo, y asimismo la sede de dos periódicos nacionales, El Tiempo y El Espectador.

Algunas cifras[15]:

- En Engativá se localizan 20,579 empresas de Bogotá, que equivalen al 9% del total de empresas de la ciudad.
- La estructura empresarial de la localidad se concentra en el sector servicios (73%), la industria (19%) y la construcción (5%).
- En la localidad hay una alta presencia de microempresarios. Del total de empresas, 19,206 son microempresas que representaron el 93% de la localidad y el 9.6% de Bogotá.
- El sector económico en los que se encuentra el mayor número de empresas de la localidad Engativá es el de servicios: comercio y reparación de vehículos (40%), industria (19%), servicios inmobiliarios y de alquiler (8%), transporte, almacenamiento y comunicaciones (8%), restaurantes y hoteles (7%).

5.1.10.2.2 Fuentes móviles

Para el área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado pueden considerarse como fuentes móviles de emisión de contaminantes a la atmosfera, el paso de vehículos

[14] Perfil económico y empresarial: Localidad Fontibón (Año 2007). Centro de Información Empresarial (CIEB) de la Cámara de Comercio de Bogotá. https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2850

[15] Perfil económico y empresarial: Localidad Engativá (Año 2007). Centro de Información Empresarial (CIEB) de la Cámara de Comercio de Bogotá. https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2883

por todas las vías pertenecientes a la localidad de Engativá y Fontibón, ya que se encuentran a menos de 2.5km del perímetro que delimita el aeropuerto (ver Ilustración 5-52). Dentro de la clasificación vial se pueden identificar: malla vial arterial como la calle 24, la calle 26 (avenida el dorado), la calle 63, la carrera 86 (avenida ciudad de Cali) y la carrera 100; malla vial intermedia como la carrera 96, carrera 116, calle 23 y calle 70; malla vial local y malla vial rural, en la Tabla 5-26 se resume información de las longitudes de malla vial y los aforos promedio para cada tipo de malla en todo el sector, en el anexo 5.1.10.2.2 malla vial_areainfluencia se puede consultar mayor detalle de la información.

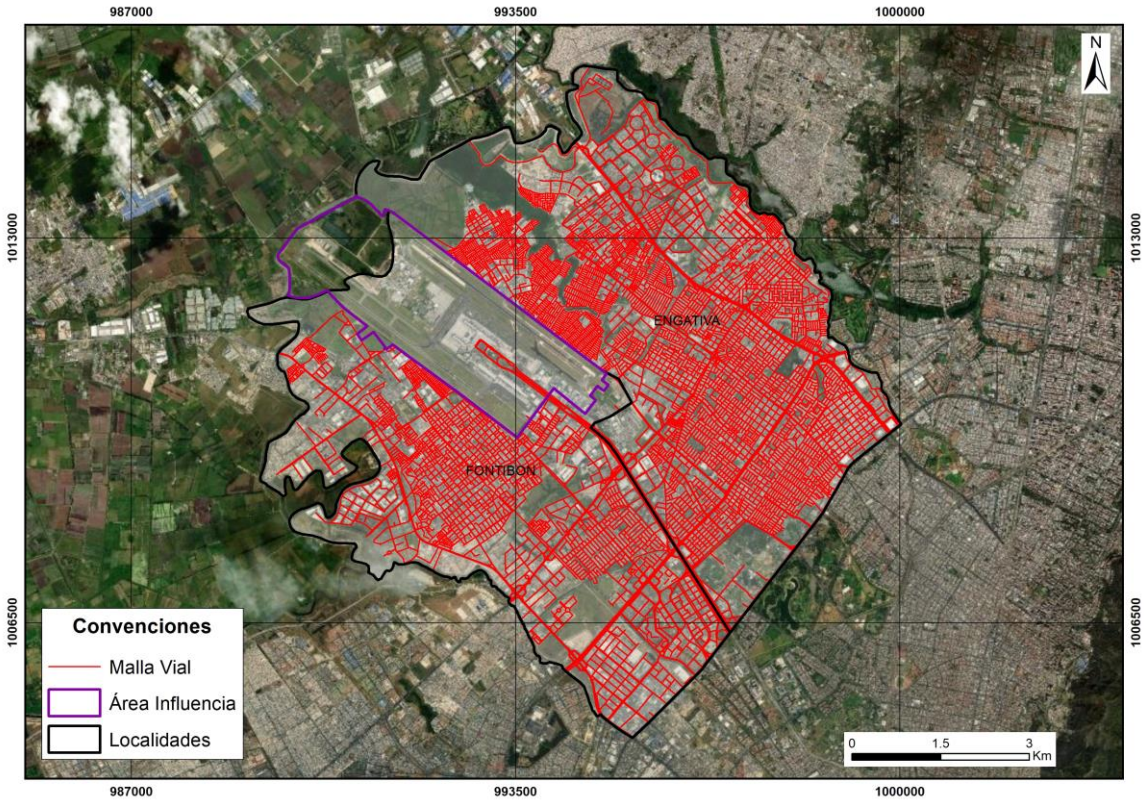


Ilustración 5-52. Malla vial vehicular localidades de Fontibón y Engativá.
Fuente: Adaptado de Evaluación Global y Mapa Estratégico de Ruido Ambiental (MER) en Bogotá D.C. (SDA, 2017)

Tabla 5-26. Distribución de la malla vial vehicular en carcania al Aeropuerto Internacional El Dorado.

Tipo de Vía	Longitud de todos los carriles	Aforo promedio horario
Malla vial arterial	Aprox. 183km	29,500
Malla vial intermedia	Aprox. 307km	15,100
Malla vial local	Aprox. 544km	13,300
Malla vial rural	Aprox. 1km	8,600
Total	**1,110km**	**66,500**

Fuente: Adaptado de Evaluación Global y Mapa Estratégico de Ruido Ambiental (MER) en Bogotá D.C. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2017)

Como se puede observar en la tabla anterior, en las localidades continuas al aeropuerto circulan diariamente más de 1.5 millones de vehículos, lo cual se podría considerar una fuente importante para la emisión tanto de partículas como de gases contaminantes al ambiente.

5.1.10.2.3 Identificación de los potenciales receptores de interés

Dentro de los potenciales receptores de interés de las emisiones de contaminantes a la atmosfera que puede generar el Aeropuerto Internacional El Dorado, se encuentran la localidad de Engativá, localidad de Fontibón, la zona rural del municipio de Funza.

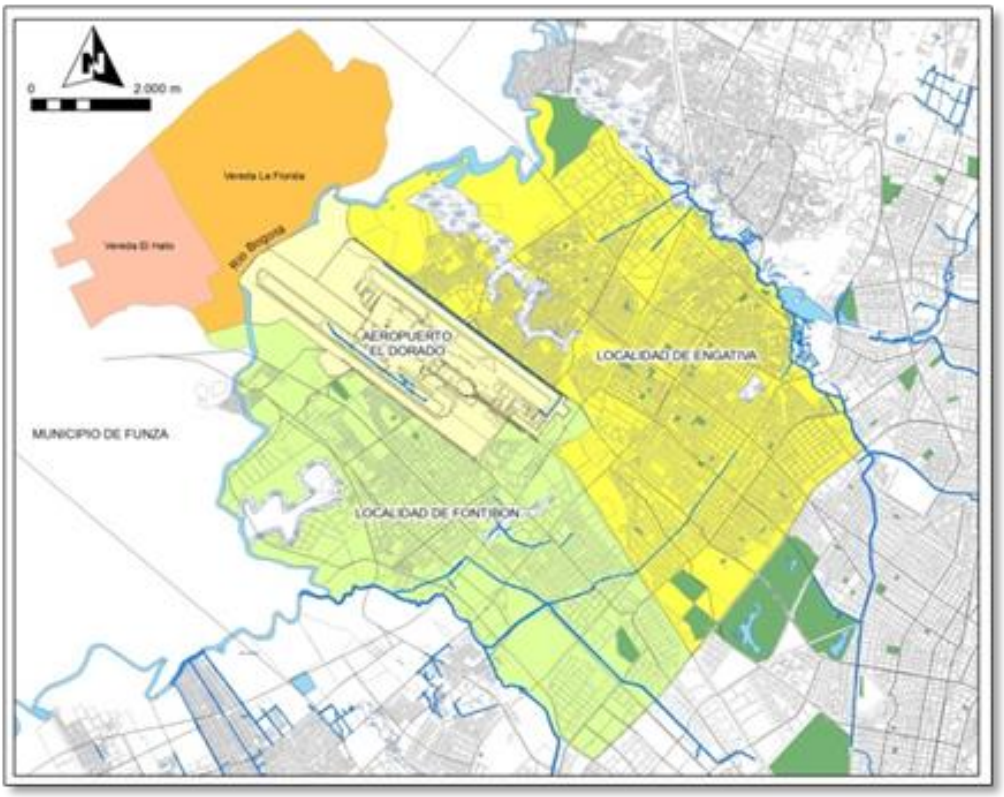


Ilustración 5-53. Potenciales Receptores de Interes – Calidad de Aire Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Aerocivil

5.1.10.2.3.1 Localidad de Fontibón

Fontibón es una de las localidades del distrito capital de Bogotá, se ubica al noroccidente de la ciudad, con una altitud media de 2,548 msnm y un área de 33.26 km^2, tiene una población aproximada de 1,300,000 habitantes y limita directamente con la pista sur del Aeropuerto Internacional El Dorado.

En la localidad de Fontibón se encuentran algunos humedales y por allí también circulan los ríos Bogotá, Fucha y la quebrada San Antonio, por lo cual se constituye en una localidad con parte importante de la biodiversidad del distrito capital.

5.1.10.2.3.2 Localidad de Engativá

Engativá es otra de las localidades del distrito capital de Bogotá, se ubica al noroccidente de la ciudad, con una altitud media de 2,600 msnm y un área de 33.12 km^2, tiene una población aproximada de 330,000 habitantes y limita directamente con la pista norte y las cabeceras 31R y 13L del Aeropuerto Internacional El Dorado. En la localidad de Engativá circulan los ríos Bogotá y arzobispo, así mismo existen humedales como el Juan Amarillo o Jaboque.

5.1.10.2.3.3 Municipio de Funza

El municipio de Funza limita al este con el aeropuerto El Dorado, específicamente con las cabeceras 13L y 13R, este municipio cuenta con una altitud media de 2,548 msnm y un área de 70 km^2 de los cuales 66 son de área rural, tiene una población aproximada de 90,000 habitantes.

Las veredas de La Florida y El Hato son las más cercanas a las operaciones del Aeropuerto Internacional El Dorado, así mismo un tramo del río Bogotá que pasa por el municipio de Funza hace parte del ecosistema que se encuentra cercano a las operaciones aéreas.

5.1.10.3 Calidad del aire

Respecto a la calidad de aire, se obtuvieron datos correspondientes a la última campaña de monitoreo realizada por Aerocivil en tres (3) estaciones, así como los datos obtenidos mediante monitoreo continuo en una (1) de estas estaciones perteneciente al Sistema de Vigilancia y Control (SVCA). A continuación, se presenta el análisis consolidado de calidad del aire de acuerdo a la información histórica disponible.

Los contaminantes evaluados son: material particulado PM_{10} (partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 µm), material particulado $PM_{2.5}$ (partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 µm), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), dióxidos de nitrógeno – NO_2 y Ozono (O_3).

5.1.10.3.1 Ubicación geográfica de estaciones y entorno

Las estaciones de calidad de aire fueron ubicadas geográficamente, de tal forma que se obtuvieran concentraciones ubicadas en la localidad de Fontibón, localidad de Engativá y en la zona central del aeropuerto (CNA) cubriendo zonas vientos arriba, vientos abajo y en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado.

La siguiente figura, muestra la macro-localización de los puntos de monitoreo de Calidad del Aire.

Ilustración 5-54. Ubicación de los puntos de medición de Calidad del Aire.
Fuente: Aerocivil (Google Earth)

Estación CA1-Engativa:

Estación de monitoreo localizada en una zona residencial del municipio de Engativá, se caracteriza por presentar un flujo constante de vehículos; se considera punto de monitoreo ubicado vientos arribas del Aeropuerto el Dorado cuando la dirección del viento es noreste – este, y se considera punto vientos abajo cuando la dirección se registre desde el suroeste - oeste.

Tabla 5-27. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire.

CA1 - Engativá	**Descripción del Entorno:**	Zona Residencial con presencia de constante flujo vehicular.
	Coordenadas:	4°42’11.60’’N 74°7’56.70’’W. 2548 msnm.
	Tecnología de medición:	Automático.
	Características de la vía cercana:	10 m de distancia a borde de vía. 6 m de ancho. Velocidad promedio de 30 km/h. Vía pavimentada.
	Frecuencia de muestreo:	Horaria por 3 meses.
	Época del año:	Lluvias y seca
	Contaminantes a medir:	PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, NO_2 y O_3.
	Fecha inicio de operación:	01/07/2020

	Representatividad:	Ubicada en la localidad de Engativá, estación indicativa en área urbana influenciada por tráfico, mide la calidad del aire al noreste del Aeropuerto El Dorado.

Fuente: Aerocivil

Estación CA2-CNA:

Ubicada al interior del Aeropuerto el Dorado, se caracteriza por recibir los aportes generados en la zona del aeropuerto. La finalidad de esta estación es determinar los aportes generados en la zona, para ser comparados con los otros dos puntos de monitoreo.

Tabla 5-28. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire.

CA2 - CNA		
	Descripción del Entorno:	Instalaciones al interior del Aeropuerto. Alto grado de tráfico vehicular.
	Coordenadas:	4°41'44.6''N 74°8'22.3''W. 2553 msnm.
	Tecnología de medición:	Automático.
	Características de la vía cercana:	33 m de distancia a borde de vía. 20 m de ancho. Velocidad promedio de 40 km/h. Vía pavimentada.
	Frecuencia de muestreo:	Horaria por 1 año.
	Época del año:	Lluvias y seca.
	Contaminantes a medir:	PM_{10}, SO_2, CO, NO_2 y O_3.
	Fecha inicio de operación:	01/08/2019.
	Representatividad:	Estación punto crítico, influenciada por tráfico, mide la calidad del aire al interior del Aeropuerto para fines comparativos con las demás estaciones.

Fuente: Aerocivil

Estación CA3- Fontibón:

Estación Ubicada en una zona residencial del municipio de Fontibón, que presenta afluencia vehicular moderada. Este punto de monitoreo se localiza vientos abajo del Dorado cuando la dirección del viento es del este - noreste, y se localiza vientos arriba cuando la dirección del viento se registre desde el suroeste - oeste.

Tabla 5-29. Descripción técnica de las Estaciones de Calidad del Aire.

CA3 - Fontibón	**Descripción del Entorno:**	Zona Residencial con presencia de alto flujo vehicular.
	Coordenadas:	4°41'23.4''N 74°9'4.8''W. 2550 msnm.
	Tecnología de medición:	Automático.
	Características de la vía cercana:	12 m de distancia a borde de vía. 6 m de ancho. Velocidad promedio de 30 km/h. Vía pavimentada.
	Frecuencia de muestreo:	Horaria por 3 meses.
	Época del año:	Lluvias y seca.
	Contaminantes a medir:	PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, NO_2 y O_3.
	Fecha inicio de operación:	01/07/2020
	Representatividad:	Ubicada en la localidad de Fontibón, estación indicativa en área urbana, influenciada por tráfico, mide la calidad del aire al suroeste del Aeropuerto El Dorado

Fuente: Aerocivil

5.1.10.3.2 Niveles de concentración permisibles para los contaminantes evaluados.

Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, normativa vigente para la medición de material particulado y gases contaminantes en Colombia.

Tabla 5-30. Límites de Concentraciones Establecidos en la Norma Colombiana

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE (µg/m³)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM_{10}	50	Anual
	75	24 horas
$PM_{2.5}$	37	Anual
	50	24 horas
SO_2	50	24 horas
	100	1 hora
NO_2	60	Anual
	200	1 hora
O_3	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

Fuente: Resolución 2254 de 2017 del MADS

5.1.10.3.3 Resultados de monitoreo de calidad de Aire

Fechas de monitoreo:

Las mediciones de calidad del aire se desarrollaron en la ciudad de Bogotá, en la zona de influencia del aeropuerto El Dorado; siguiendo los métodos establecidos en el protocolo de

monitoreo y seguimiento de la calidad de aire (Resolución 2154 de 2010), en la siguiente tabla se presenta las fechas de monitoreo en cada una de las estaciones.

Tabla 5-31. Fecha de monitoreos de calidad de aire

Estación	Parámetro	Fecha de monitoreo
CA1-Engativá	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, CO, O_3, SO_2	01/07/2020 – 30/09/2020
CA2-CNA	PM_{10}, NO_2, CO, O_3, SO_2	01/08/2019 – 30/09/2020
CA3-Fontibón	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, CO, O_3, SO_2	01/07/2020 – 30/09/2020

Fuente: Aerocivil

Material Particulado PM_{10}

Las siguientes ilustraciones presentan los promedios diarios de PM_{10}, comparadas con los limites normativos vigentes (Resolución 2254 de 2017), se puede observar que para todos los monitoreos realizados dentro del área de influencia del aeropuerto no se ha superado la norma diaria. Así mismo se presenta el promedio anual en la estación ubicada dentro de los predios del aeropuerto comparada con el límite normativo vigente.

La Ilustración 5-55 presenta las concentraciones diarias de las 3 estaciones en el periodo comprendido entre el 01 de julio hasta el 30 septiembre 2020. El mayor valor se registró en la estación CA1 Engativá el 09 de septiembre, las concentraciones promedio de la estación CA2 CNA son inferiores a las concentraciones de las estaciones ubicadas en las localidades, lo cual permite inferir que en las localidades otras fuentes como las vías internas y las fuentes fijas podrían estar influyendo en el comportamiento de este contaminante; adicional en el análisis se incluye la precipitación para observar variaciones debido al lavado atmosférico, se puede identificar que las lluvias superiores a 5 mm, disminuyen las concentraciones promedio diarias.

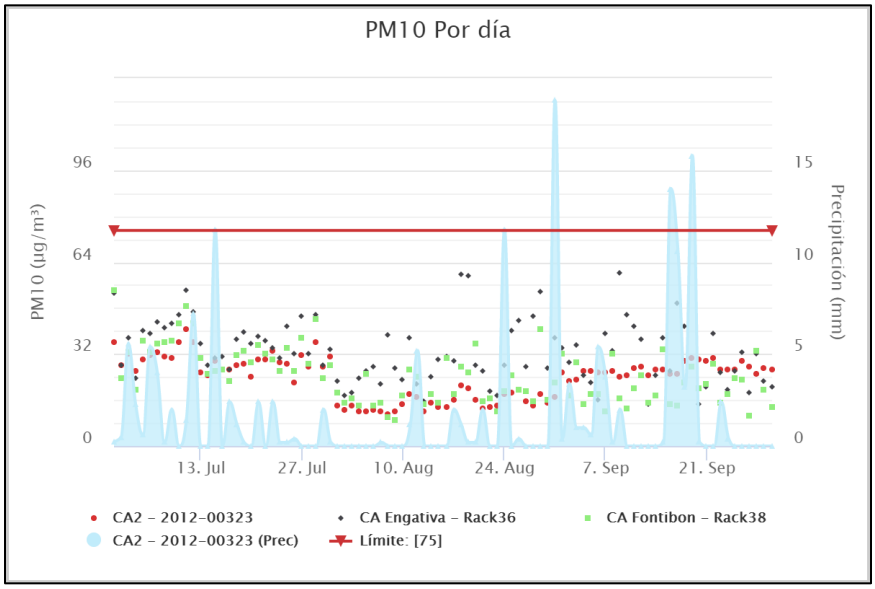


Ilustración 5-55. Concentraciones Diarias PM_{10} – Jul - Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-56 presenta la concentración anual (periodo del 01 octubre 2019 al 30 septiembre 2020) monitoreadas en la estación CA2-CNA, en el cual se puede observar que la concentración promedio es inferior a 30 µg/m³ y no supera el límite normativo.

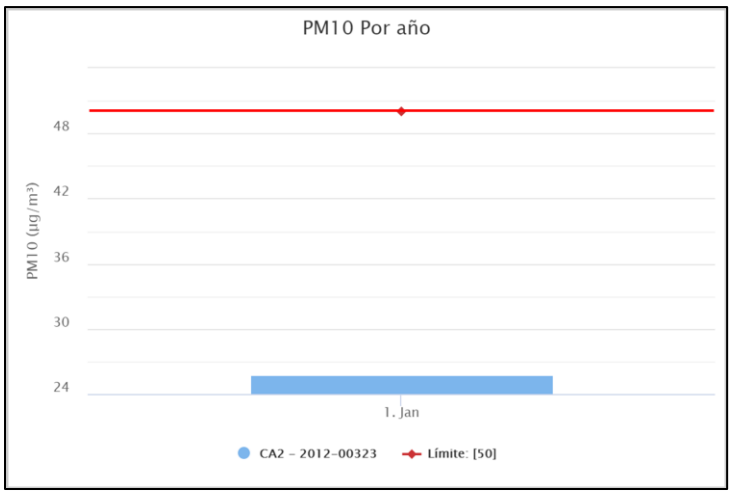


Ilustración 5-56. Concentración anual PM_{10} estación CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Con base a los lineamientos establecidos por la Resolución 2254/2017, en donde se establece un nivel máximo permisible de exposición anual para PM_{10} de 50 µg/m³; se comparan indicativamente las concentraciones promedio obtenidas por las estaciones de monitoreo (ver Tabla 5-32).

Tabla 5-32. Consolidado de Resultados PM_{10}

Código	Fecha	Concentración (µg/m³)	Norma Anual (Res. 2254-de 2017)	No de muestras
CA1 Engativá	01/07/2020 – 30/09/2020	32.8	50	92
CA2 CNA	01/10/2019 – 30/09/2020	24.0	50	361
CA3 Fontibón	01/07/2020 – 30/09/2020	24.4	50	92

Fuente: Aerocivil

El monitoreo realizado en las zonas aledañas al aeropuerto El Dorado, permite observar que los promedios de las campañas de monitoreo, no superan el valor establecido en la normatividad para el contaminante PM_{10}.

La Ilustración 5-57, muestra el perfil horario PM_{10} registrado en las estaciones de monitoreo, donde se logra observar dos picos de aumento entre las 5am – 8am y entre 6pm – 10pm, horas del día que guardan relación con las horas picos donde la movilidad vehicular es significativamente alta. Por otro lado, se logra observar que las concentraciones disminuyen durante las horas de la tarde y a partir de las 11pm de la noche. Esta gráfica permite demostrar la influencia de las fuentes móviles terrestres en el comportamiento de la calidad del aire para este contaminante.

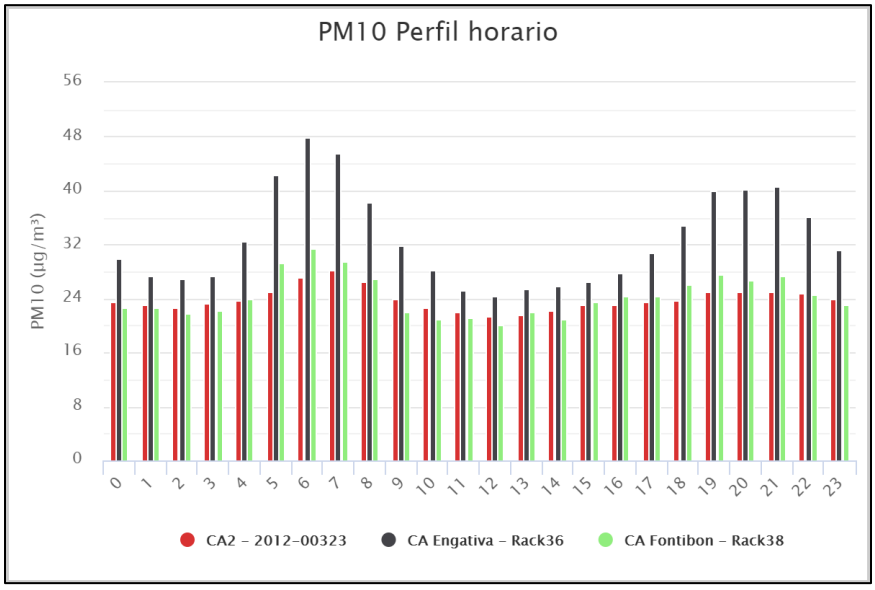


Ilustración 5-57. Perfil Horario PM_{10} – Jul - Sep 2020
Fuente: Aerocivil

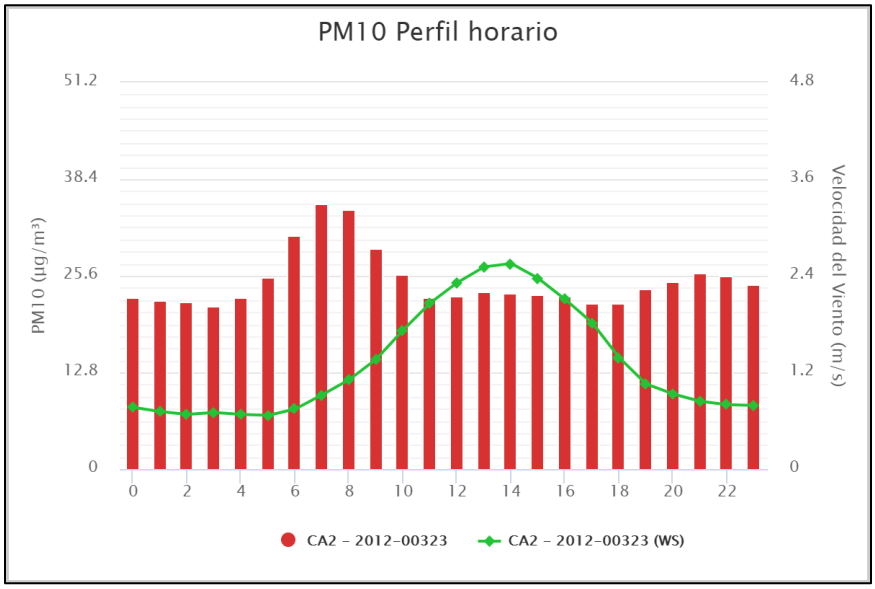


Ilustración 5-58. Perfil Horario PM_{10} – Oct 2019 – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-58 se puede identificar como el viento favorece la dispersión de las concentraciones y hace que su comportamiento disminuya; razón por la cual, durante las horas del día donde la velocidad del viento es máxima, se presenta una reducción en los aportes PM_{10}. Lo anterior, se ha visto en el comportamiento de las concentraciones en la ciudad de Bogotá, el cual se ha reportado en otros estudios de calidad del aire[16].

[16] Plan Decenal de Descontaminación del Aire en Bogotá – Alcaldía Mayor de Bogotá

A continuación, se presentan los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados por las tres estaciones ubicadas en la zona de influencia del aeropuerto El Dorado, en las distintas fechas de monitoreo, se muestran las tablas de frecuencias y graficas de cajas de las concentraciones PM_{10}:

Tabla 5-33. Tabla de Frecuencia Estaciones PM_{10}

Parámetro	CA1-Engativá Diario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Diario (Oct 2019 – Sep 2020)	CA3-Fontibón Diario (Jul-Sep 2020)
N° Datos	92	361	92
Promedio	32.79	24.98	24.37
Máximo	59.99	60.16	54.42
Mínimo	14.49	7.45	9.28
Percentil 25	25.54	17.71	16.59
Mediana	31.59	25.43	23.59
Percentil 75	39.29	29.85	30.90

Fuente: Aerocivil

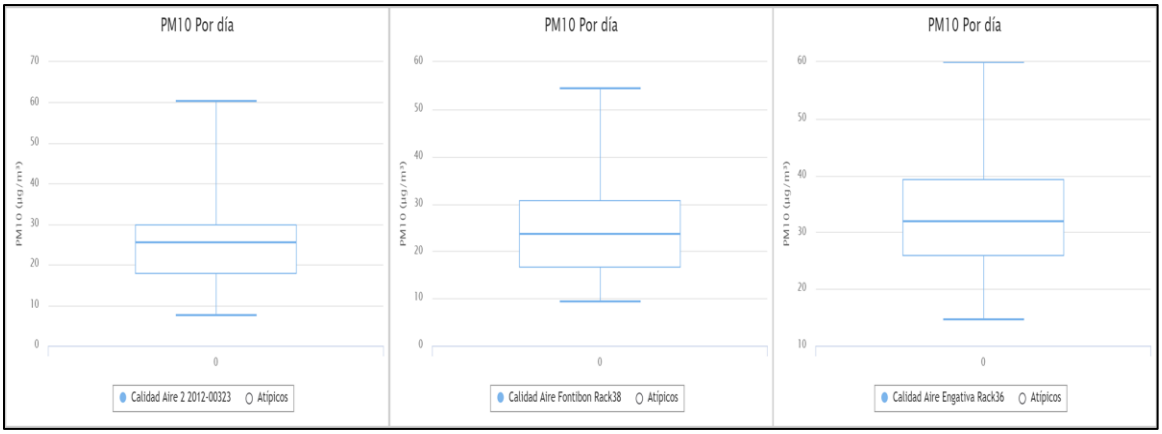


Ilustración 5-59. Diagramas de Cajas – Estaciones PM_{10}
Fuente: Aerocivil

La información anterior permite inferir que la máxima concentración de PM_{10} registrada durante los diferentes monitoreos realizados en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado es de 60.16µg/m³ registrado en la estación CA2 CNA; también se puede identificar que no se registraron datos atípicos en ninguna de las estaciones de monitoreo y la dispersión entre el primer y el tercer cuartil (percentil 25 y 75) se mantiene cerca de 15µg/m³.

A continuación, se presentan graficas polares que vinculan la dirección del viento, las concentraciones y la velocidad u hora de los registros, para poder identificar de mejor manera la procedencia de los contaminantes.

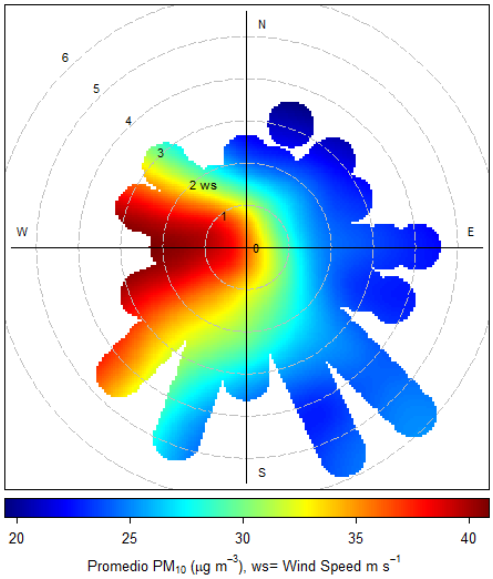


Ilustración 5-60. Rosa de contaminación PM_{10} – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestran la Ilustración 5-60 (Rosa de contaminación), las fuentes que aportaron mayores concentraciones en CA1 Engativá , se registraron desde el oeste con velocidades menores a 3 m/s, lo cual indica fuentes locales como las vías de la localidad, la calle 63 y fuentes fijas presentadas en el apartado 5.1.10.2.1.

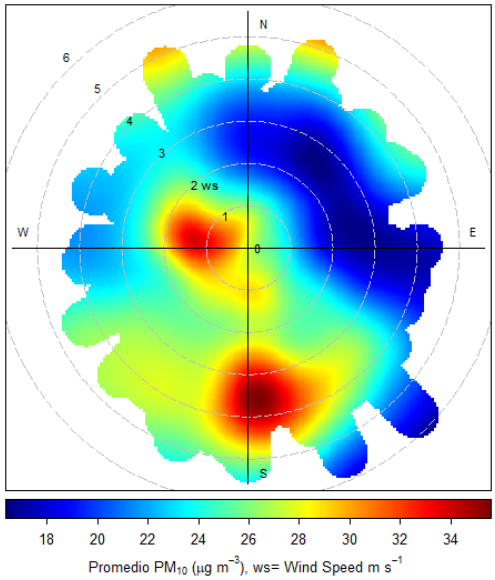


Ilustración 5-61. Rosa de contaminación PM_{10} – CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-61 (Rosa de contaminación), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde diferentes direcciones en CA2 CNA, las mayores concentraciones provienen del sur con velocidades superiores a 3 m/s lo cual indica que pueden ser fuentes lejanas ubicadas en el centro y sur de la ciudad, así mismo se registra

una fuente del oeste con velocidades menores a 3 m/s, lo cual indica fuentes locales como la avenida el dorado, y el aeropuerto.

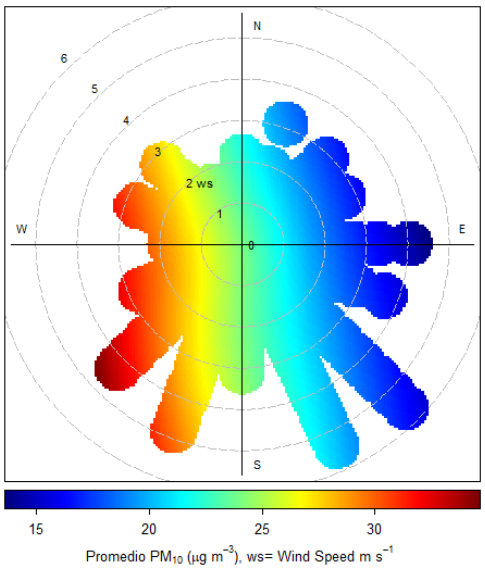


Ilustración 5-62. Rosa de contaminación PM_{10} – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-62 (Rosa de contaminación), en CA3 Fontibón las fuentes que aportaron mayores concentraciones se registraron desde el suroeste con velocidades mayores a 3 m/s, lo cual indica fuentes lejanas ubicadas en el sur de la ciudad (Kenedy, Bosa, etc).

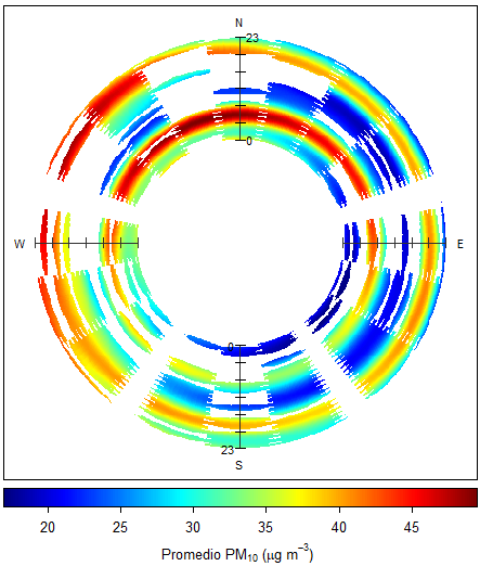


Ilustración 5-63. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-63 presenta el anillo polar de contaminación para material particulado PM_{10} en la estación CA1 Engativá, se puede identificar que las horas de mayor concentración se

presentan alrededor de las 8:00a.m. con vientos de dirección noroeste y norte alcanzando concentraciones promedio superiores a los 45µg/m³, así mismo se identifica niveles de concentración altos en diferentes direcciones, lo cual indica fuentes locales.

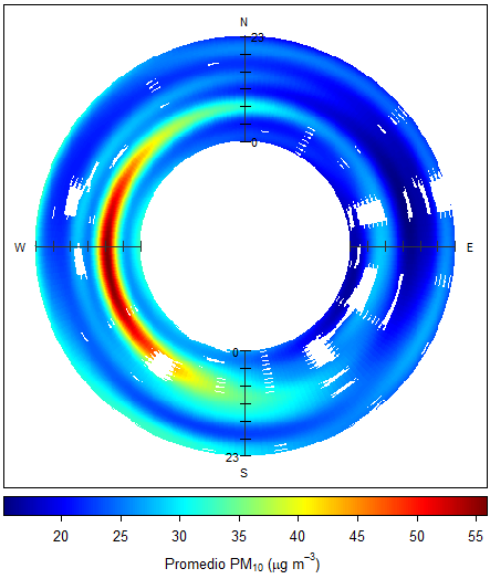


Ilustración 5-64. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-64 presenta el anillo polar de contaminación para la estación CA2 CNA, se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan alrededor de las 8:00a.m. con vientos de dirección oeste y suroeste alcanzando concentraciones promedio superiores a los 55µg/m³.

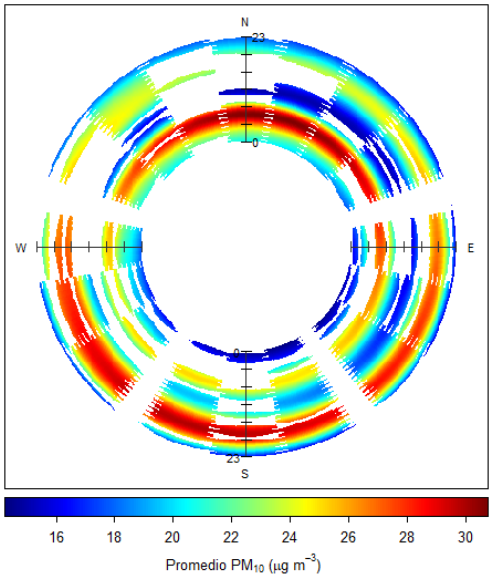


Ilustración 5-65. Anillo polar de contaminación PM_{10}. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-65 presenta el anillo polar de contaminación para la estación CA3 Fontibón, en esta se pueden observar un comportamiento interesante con dos horarios de mayores concentraciones en direcciones opuestas, alrededor de las 6:00a.m. se presentan las mayores concentraciones en dirección norte noreste, mientras que cerca de las 6:00p.m. las mayores concentraciones se registran de dirección sur suroeste, este comportamiento puede atribuirse a fuentes vehiculares que se desplazan desde la localidad en horas de la mañana y regresan en horas de la noche.

Como conclusión de los análisis realizados, se puede identificar que la operación del aeropuerto internacional El Dorado no es una fuente importante de material particulado PM_{10} en la zona de influencia, pues los niveles se mantienen dentro de los límites permisibles y las mayores concentraciones registran en direcciones de otro tipo de fuentes.

Material Particulado $PM_{2.5}$

La Ilustración 5-66 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ para las estaciones CA1 Engativá y CA3 Fontibón, en el periodo comprendido entre el 01 de julio hasta el 30 septiembre 2020, este contaminante no se monitoreo dentro de la estación CA2 CNA. El mayor valor se registró en la estación CA1 Engativá el 17 de septiembre, las concentraciones promedio de la estación CA3 Fontibón son inferiores a las concentraciones de la estación ubicadas en la localidad de Engativá. La mayoría de las concentraciones se mantienen por debajo de los 15 µg/m³. En el análisis se incluye la precipitación para observar variaciones debido al lavado atmosférico, se puede identificar que las lluvias no registran cambios importantes en los niveles de concentración.

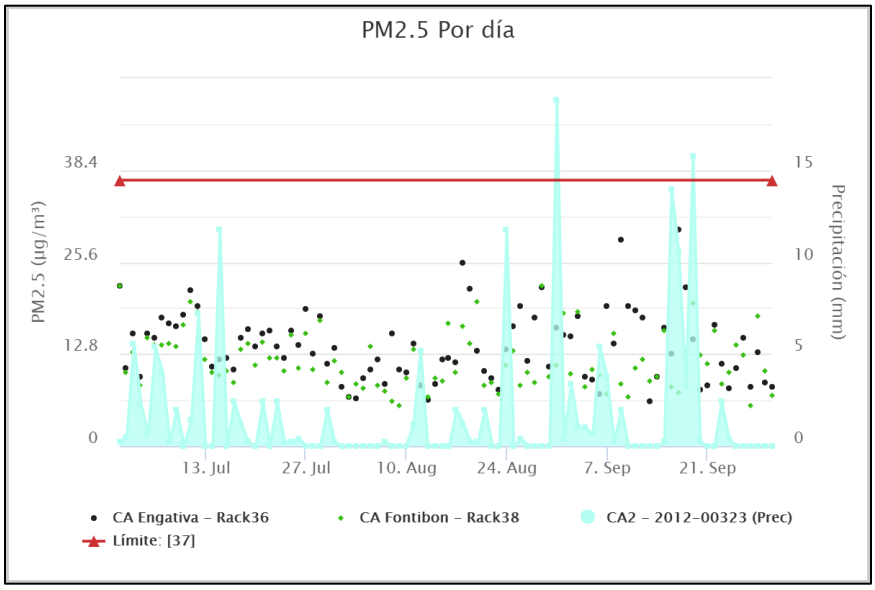


Ilustración 5-66. Concentraciones Diarias $PM_{2.5}$ – Jul - Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Con base a los lineamientos establecidos por la Resolución 2254/2017, en donde se establece un nivel máximo permisible de exposición anual para $PM_{2.5}$ de 25 µg/m³; se comparan indicativamente las concentraciones promedio obtenidas por las estaciones de monitoreo (ver Tabla 5-32).

Tabla 5-34. Consolidado de Resultados $PM_{2.5}$

Código	Fecha	Concentración (µg/m³)	Norma Anual (Res. 2254-de 2017)	No de muestras
CA1 Engativá	01/07/2020 – 30/09/2020	13.9	25	92
CA3 Fontibón	01/07/2020 – 30/09/2020	11.9	25	92

Fuente: Aerocivil

El monitoreo realizado en las zonas aledañas al aeropuerto El Dorado, permite observar que los promedios de las campañas de monitoreo, no superan el valor establecido en la normatividad para el contaminante $PM_{2.5}$.

La Ilustración 5-67, muestra el perfil horario $PM_{2.5}$ registrado en las estaciones de monitoreo, donde se logra observar dos picos de aumento entre las 5am – 8am y entre 6pm – 10pm, horas del día que guardan relación con las horas donde la movilidad vehicular es significativamente alta. Por otro lado, se logra observar que las concentraciones disminuyen durante las horas de la tarde y a partir de las 11pm de la noche. Esta gráfica permite demostrar la influencia de las fuentes móviles terrestres en el comportamiento de la calidad del aire para este contaminante.

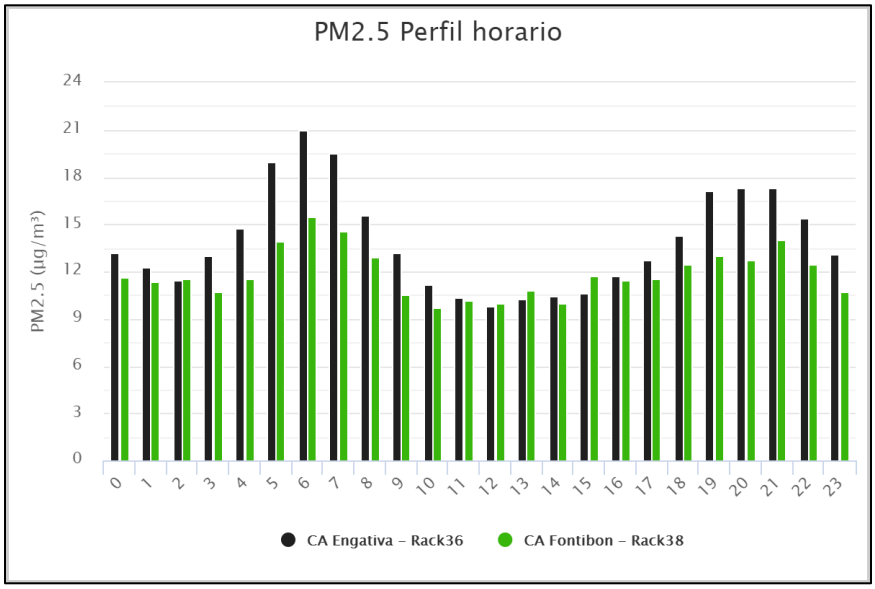


Ilustración 5-67. Perfil Horario $PM_{2.5}$ – Jul - Sep 2020
Fuente: Aerocivil

A continuación, se presentan los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados por las estaciones ubicadas en la zona de influencia del aeropuerto El Dorado, se muestran las tablas de frecuencias y graficas de cajas de las concentraciones $PM_{2.5}$:

Tabla 5-35. Tabla de Frecuencia Estaciones $PM_{2.5}$

Parámetro	CA1-Engativá Jul-Sep 2020	CA3-Fontibón Jul-Sep 2020

N° Datos	92	92
Promedio	13.93	11.88
Máximo	30.11	22.33
Mínimo	6.17	5.59
Percentil 25	10.39	8.89
Mediana	13.62	10.86
Percentil 75	16.74	14.15

Fuente: Aerocivil

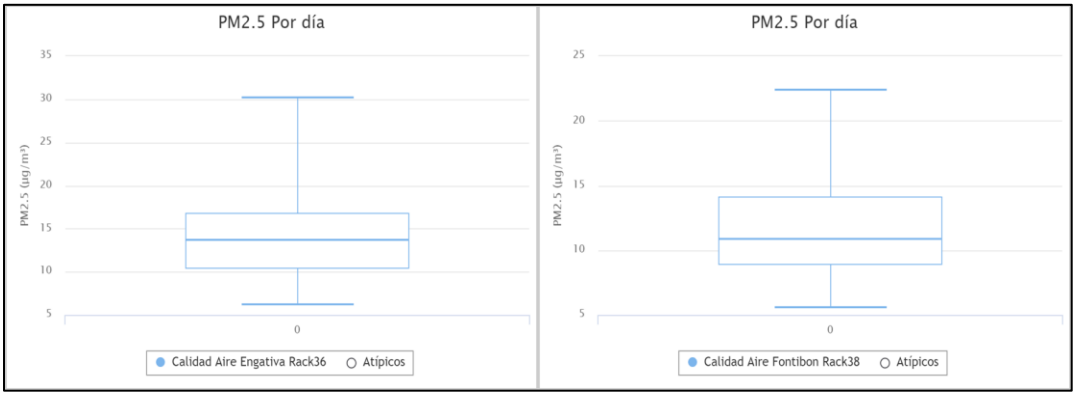


Ilustración 5-68. Diagramas de Cajas – Estaciones $PM_{2.5}$
Fuente: Aerocivil

La información anterior permite inferir que no se registraron datos atípicos en las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, la dispersión entre el primer y el tercer cuartil (percentil 25 y 75) se mantiene cerca de 6µg/m³ lo cual demuestra una baja distribución de concentraciones, permitiendo identificar que durante el periodo de monitoreo las fuentes permanecieron constantes en la zona.

A continuación, se presentan las gráficas polares para el contaminante $PM_{2.5}$.

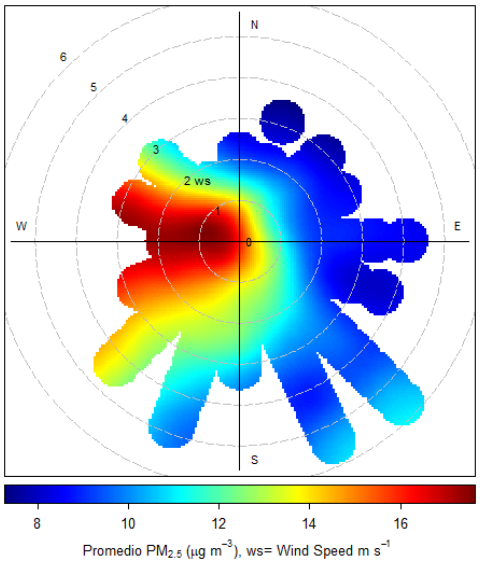


Ilustración 5-69. Rosa de contaminación $PM_{2.5}$ – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestran la Ilustración 5-69 (Rosa de contaminación), las fuentes que aportaron mayores concentraciones en CA1 Engativá , se registraron desde el oeste con velocidades menores a 3m/s, lo cual indica fuentes locales como las vías de localidad, fuentes fijas, etc.

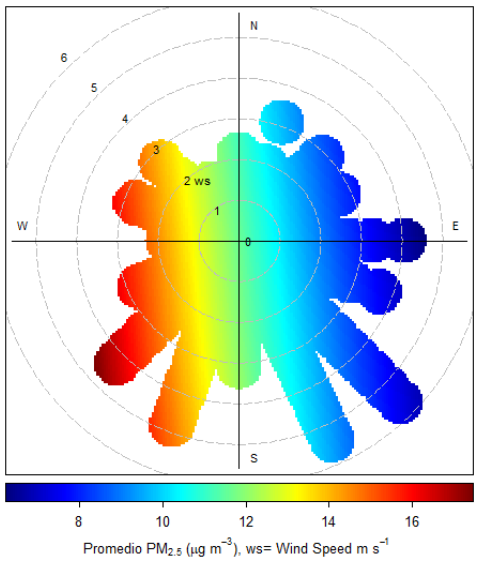


Ilustración 5-70. Rosa de contaminación $PM_{2.5}$ – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-70 (Rosa de contaminación), evidencia que en CA3 Fontibón, las fuentes que aportaron mayores concentraciones se registraron desde el suroeste con velocidades mayores a 3m/s, lo cual indica fuentes lejanas ubicadas en el sur de la ciudad (Kenedy, Bosa, etc).

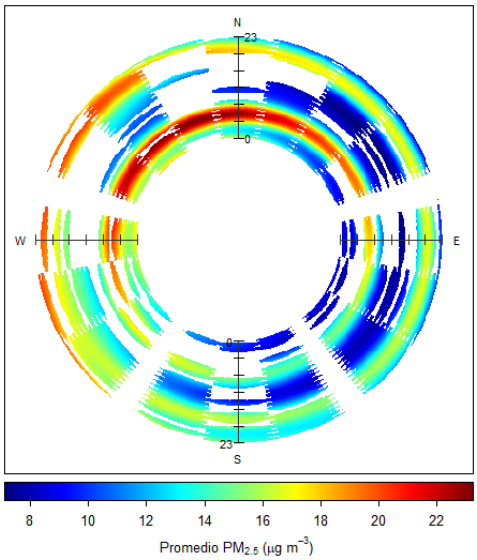


Ilustración 5-71. Anillo polar de contaminación $PM_{2.5}$. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-71 presenta el anillo polar de contaminación para la estación CA1 Engativá, en esta se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan alrededor de las 6:00a.m. con vientos de dirección noroeste y norte alcanzando concentraciones promedio superiores a los 22µg/m³.

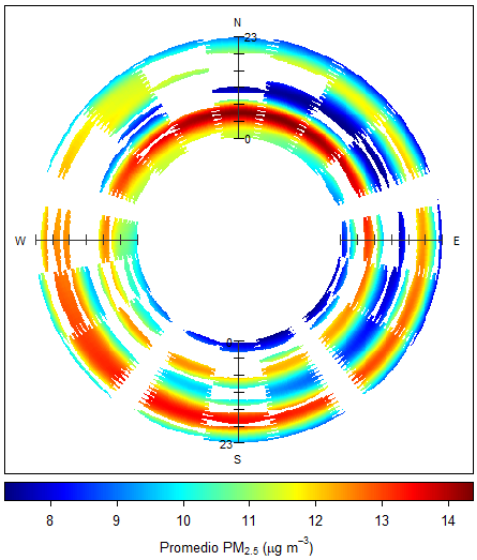


Ilustración 5-72. Anillo polar de contaminación $PM_{2.5}$. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-72 presenta el anillo polar de contaminación para la estación CA3 Fontibón, en esta se pueden observar un comportamiento interesante al igual que para PM_{10} con dos horarios de mayores concentraciones en direcciones opuestas, alrededor de las 6:00a.m. se presentan las mayores concentraciones en dirección norte noreste, mientras que cerca de las 6:00p.m. las mayores concentraciones se registran de dirección sur suroeste.

Los análisis realizados, permiten identificar que la operación del aeropuerto internacional El Dorado no es una fuente importante de material particulado $PM_{2.5}$ en la zona de influencia, pues los niveles se mantienen dentro de los límites permisibles y las mayores concentraciones registran en direcciones de otro tipo de fuentes.

Dióxido de Azufre (SO_2)

Las siguientes ilustraciones presentan los promedios diarios y horarios de SO_2, comparadas con los limites normativos vigentes (Resolución 2254 de 2017).

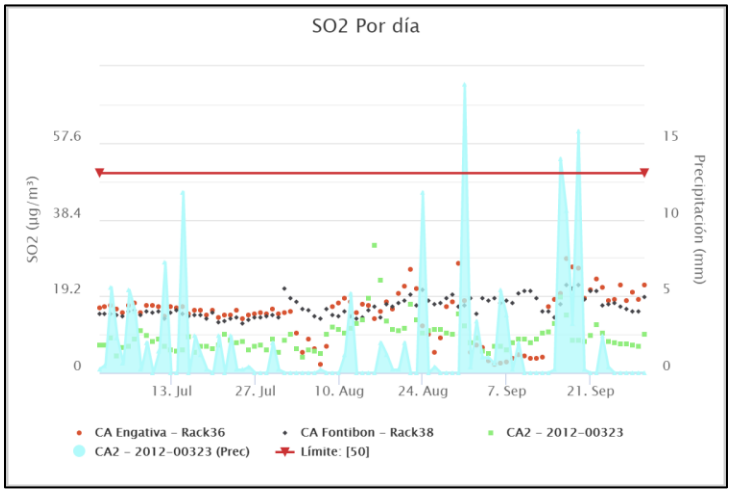


Ilustración 5-73. Concentraciones Diarias SO_2 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

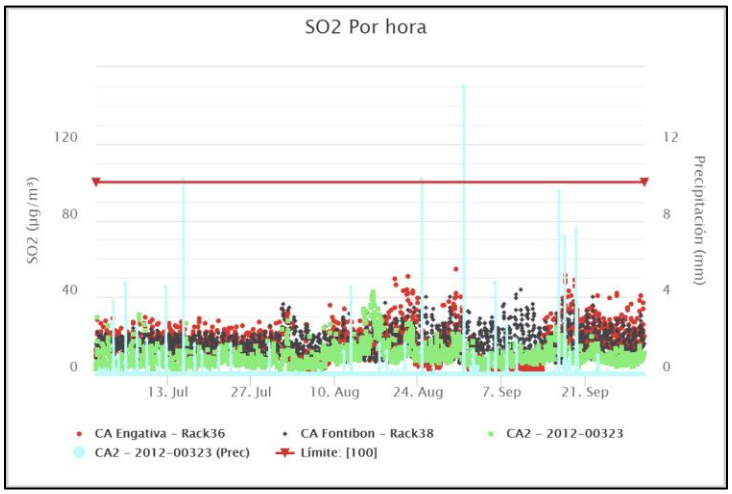


Ilustración 5-74. Concentraciones Horarias SO_2 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-73 e Ilustración 5-74, se puede observar que durante el periodo de monitoreo no se registraron excedencias ni diarias ni horarias del límite normativo, así mismo se observa que las concentraciones en las estaciones CA1 Engativá y CA3 Fontibón son superiores a las concentraciones presentadas en la estación CA2 CNA, lo cual indica que en las localidades existes fuentes que generan aportes de este contaminante.

La Ilustración 5-75, muestra el perfil horario SO_2 registrado en las estaciones de monitoreo, donde se logra observar un comportamiento diferente en cada una de las estaciones; en la estación CA1 Engativá se puede observar dos picos de concentración que se registran entre las 6am - 8am. y entre las 7pm - 9pm lo cual se puede asociar con el movimiento vehicular en horas de máximo desplazamiento de personas; en la estación CA2 CNA se observa un pico de aumento de concentración entre las 6am – 8am y luego concentraciones de similares magnitudes durante las demás horas del día, finalmente la estación CA3 Fontibón registra un aumento de concentraciones en horas del día a partir de

las 7am hasta las 6 pm lo que coincide con la jornada diaria de fábricas e industrias del sector y de zonas aledañas.

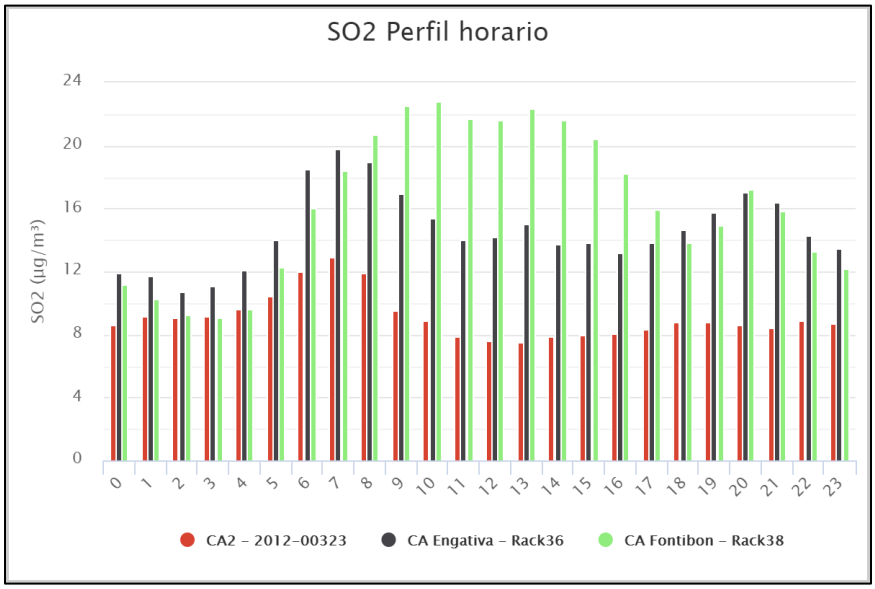


Ilustración 5-75. Perfil Horario SO_2 – Jul - Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La siguiente tabla presenta los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados por las estaciones de monitoreo, estos mismos datos se registran en los diagramas de caja (ver Ilustración 5-76)

Tabla 5-36. Tabla de Frecuencia Estaciones SO_2

Parámetro	CA1 Engativá Diario (Jul-Sep 2020)	CA1 Engativá Horario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Diario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Horario (Jul-Sep 2020)	CA3 Fontibón Diario (Jul-Sep 2020)	CA3-Fontibón Horario (Jul-Sep 2020)
N° Datos	92	2208	92	2205	92	2207
Promedio	14.62	14.62	9.12	9.12	16.30	16.30
Máximo	28.62	54.74	31.99	42.58	22.11	43.67
Mínimo	2.13	0.43	3.98	0.34	12.39	5.14
Percentil 25	12.98	8.51	6.70	5.79	14.42	11.63
Mediana	15.82	14.31	8.27	7.98	15.62	15.45
Percentil 75	17.86	19.23	10.41	10.93	18.01	19.64

Fuente: Aerocivil

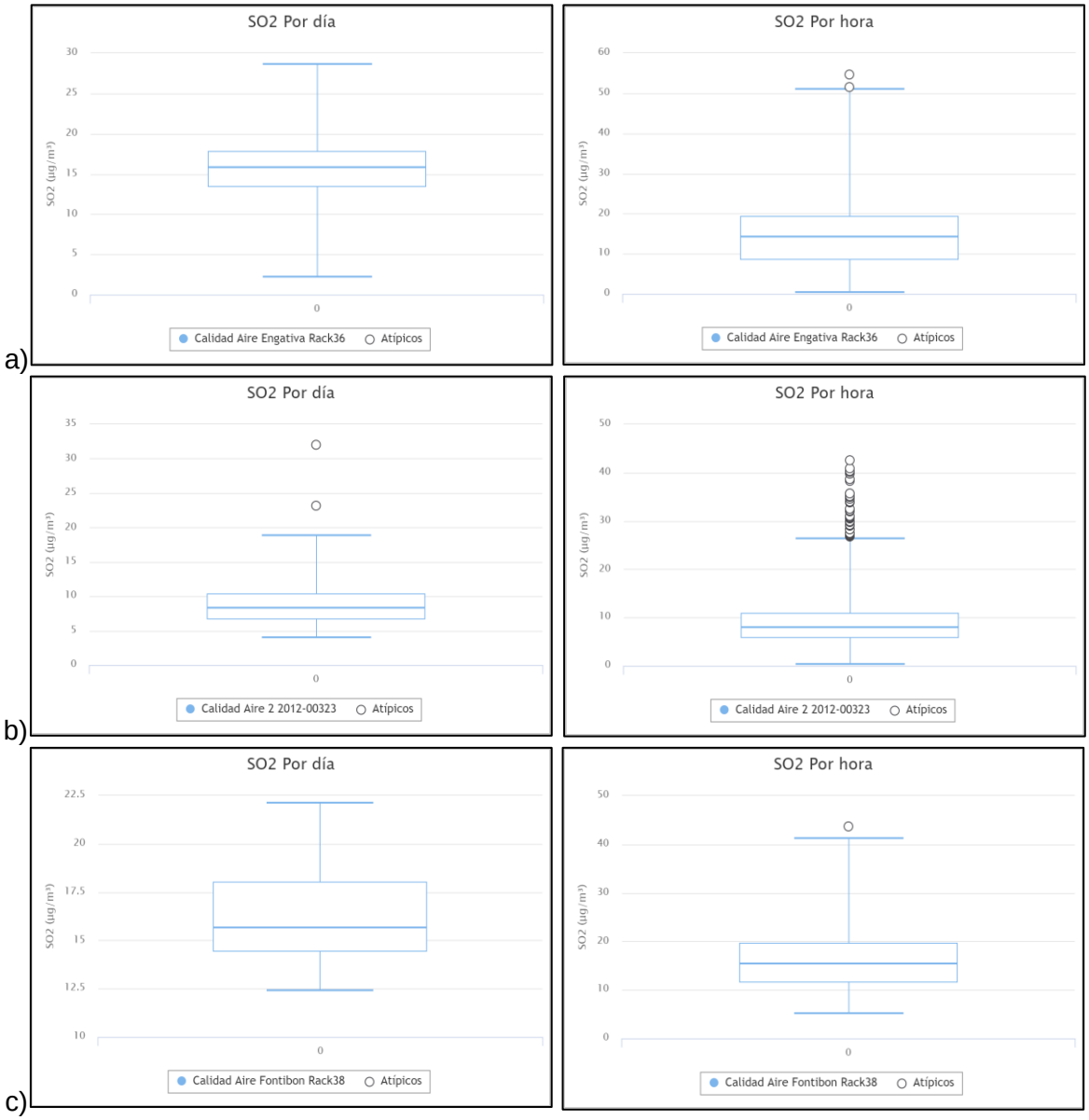


Ilustración 5-76. Diagrama de Caja –SO_2 - a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón
Fuente: Aerocivil

La información anterior permite inferir que, durante el periodo de monitoreo, las fuentes fueron constantes en cada una de las estaciones, debido a que las distancias intercuartiles (percentil 25 y 75) no superan los 5µg/m³ en concentraciones diarias ni los 10µg/m³ en concentraciones horarias, también es fácil identificar que en la estación CA2 CNA se registraron varios datos atípicos, mostrando eventos aislados que aumentaron las concentraciones.

A continuación, se presentan graficas polares que vinculan la dirección del viento, las concentraciones y la velocidad u hora de los registros, para poder identificar de mejor manera la procedencia de los contaminantes.

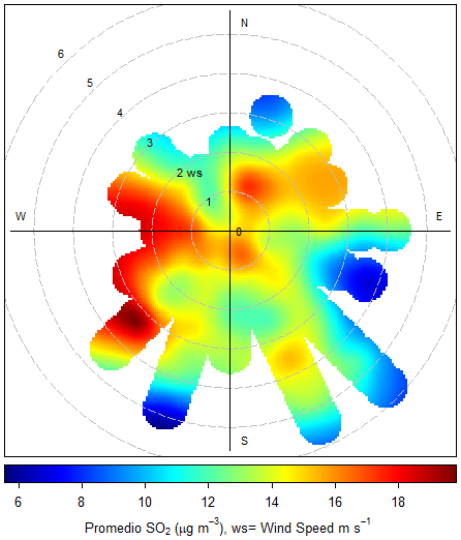


Ilustración 5-77. Rosa de contaminación SO_2. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestra la Ilustración 5-77 (Rosa de contaminación), las fuentes que aportaron mayores concentraciones en la estación CA1 Engativá, se registraron desde el suroeste y oeste, las velocidades inferiores a 3m/s infieren fuentes locales como el tránsito por las vías de la localidad, fuentes fijas, etc. Las velocidades superiores a 3m/s indican fuentes lejanas como la operación del aeropuerto, fuentes en la localidad de Fontibón, etc. Es importante mencionar que los niveles máximos son superiores a 18µg/m³.

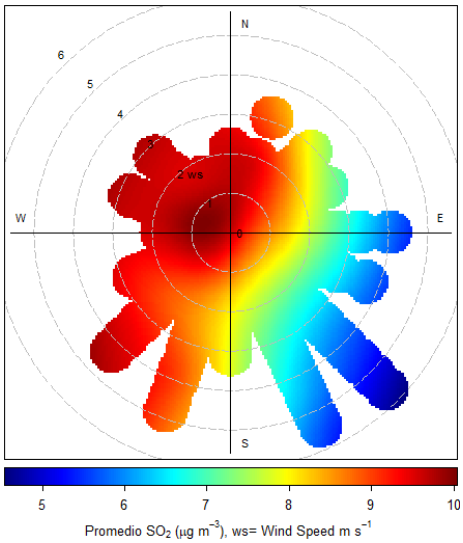


Ilustración 5-78. Rosa de contaminación SO_2. – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-78 (Rosa de contaminación CA2 CNA), se puede observar que las mayores concentraciones se registraron desde el cuarto cuadrante (oeste – norte), identificando que en esta dirección se ubican las fuentes que más aportaron este

contaminante, las velocidades inferiores a 3 m/s infieren fuentes locales como el tránsito por la avenida el dorado, la operación del aeropuerto, etc.

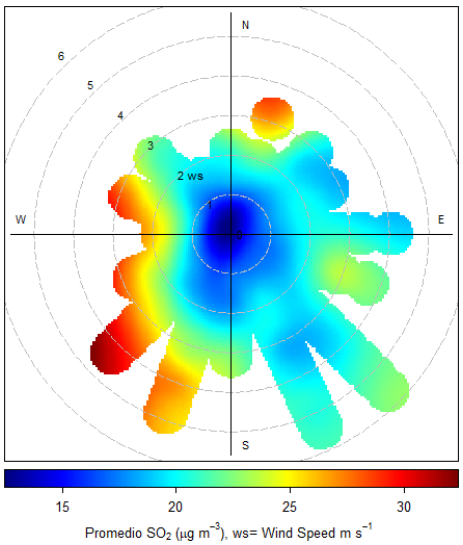


Ilustración 5-79. Rosa de contaminación SO_2. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-79 muestra la rosa de contaminación de la estación CA3 Fontibón, en ella se puede observar que las concentraciones más altas se registraron desde el tercer cuadrante (sur – oeste), con niveles que alcanzan los 30µg/m³, las velocidades superiores a 3m/s infieren fuentes lejanas ubicadas hacia distintas localidades de la ciudad. También se observa un aporte desde el noreste con concentraciones entre los 25 y 30µg/m³, hacia este sector se ubica el aeropuerto.

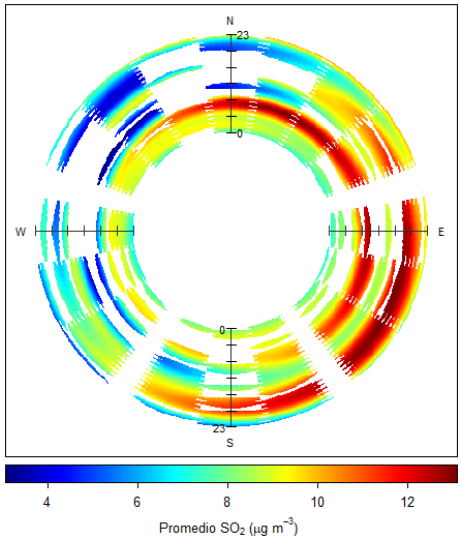


Ilustración 5-80. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil.

La Ilustración 5-80 presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de azufre SO_2 para la estación CA1 Engativá, se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 8:00a.m. y 12:00p.m. con vientos de dirección noreste y este, y también se registran en el horario entre 6:00p.m. y 10:00p.m. en dirección este y sureste.

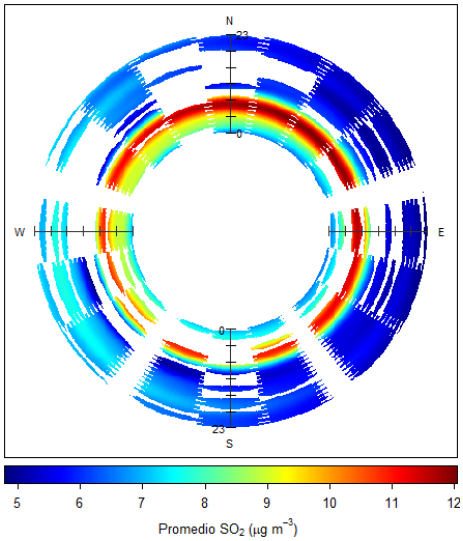


Ilustración 5-81. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil.

La Ilustración 5-81 presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de azufre SO_2 en la estación CA2 CNA, en esta se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 4:00a.m. y 8:00a.m. con vientos de todas las direcciones en específico noreste, lo anterior indica una fuente local como la avenida el dorado y las operaciones del aeropuerto.

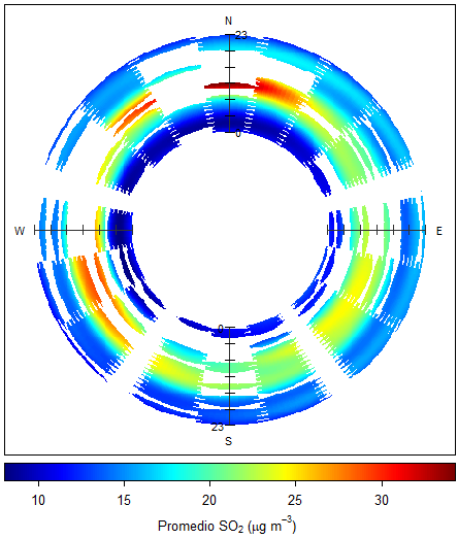


Ilustración 5-82. Anillo polar de contaminación SO_2. – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil.

En la Ilustración 5-82 se presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de azufre SO_2 de la estación CA3 Fontibón, se puede observar que las horas de mayor concentración son alrededor del mediodía (12:00p.m.) y las fuentes de mayor aporte se registran en dirección norte.

Los análisis realizados, permiten identificar que la operación del aeropuerto internacional El Dorado no es una fuente importante de dióxido de azufre SO_2 en la zona de influencia, pues los niveles se mantienen dentro de los límites permisibles.

Dióxido de Nitrógeno (NO_2) Estación CA2-CNA

Las siguientes ilustraciones presentan los promedios horarios y anuales (para la estación CA2 CNA que tiene todo el periodo completo) de NO_2, comparadas con los limites normativos vigentes (Resolución 2254 de 2017), se puede observar que para todos los monitoreos realizados dentro del área de influencia del aeropuerto no se ha superado la norma.

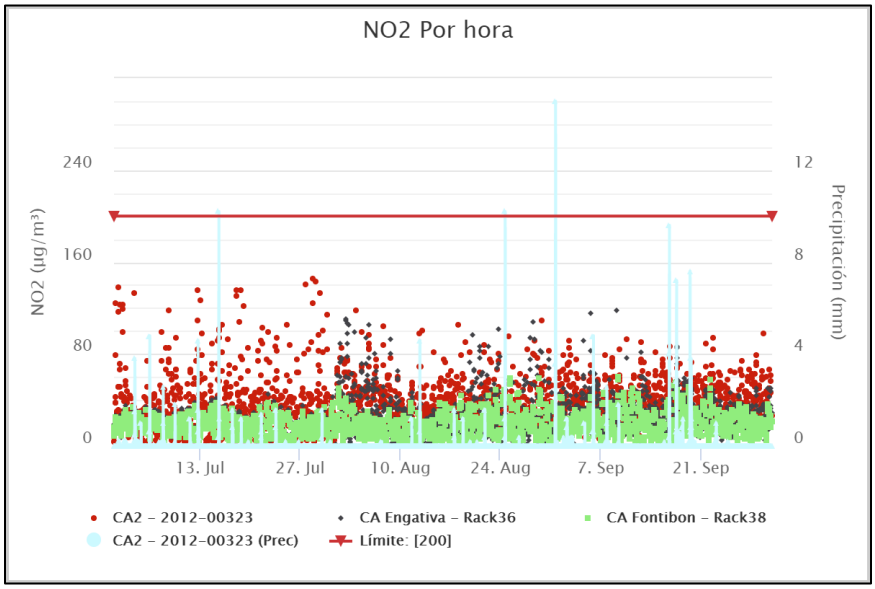


Ilustración 5-83. Concentraciones Horarias NO_2 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-83 se puede observar que la estación CA2 CNA presentan las mayores concentraciones de este contaminante en la zona, así mismo se puede ver que durante el mes de julio las concentraciones fueron superiores a las concentraciones registradas en los meses de agosto y septiembre.

La Ilustración 5-84 presenta la concentración anual (periodo del 01 octubre 2019 al 30 septiembre 2020) monitoreadas en la estación CA2-CNA, en el cual se puede observar que la concentración promedio es inferior a 40 µg/m³ y no supera el límite normativo.

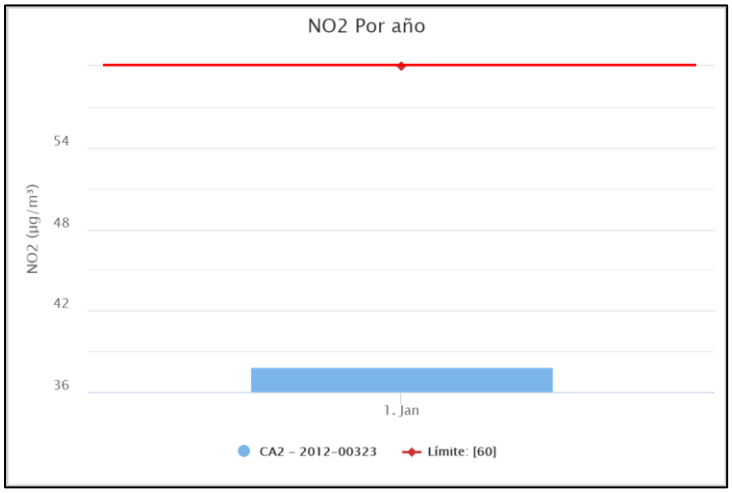


Ilustración 5-84. Concentración anual NO_2 estación CA2 CNA – Oct 2019 – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

A continuación, se presentan los promedios de todo el periodo de monitoreo y se comparan indicativamente con el límite anual establecido por la Resolución 2254/2017 (60 µg/m³), (ver Tabla 5-37).

Tabla 5-37. Consolidado de Resultados NO_2

Código	Fecha	Concentración (µg/m3)	Norma Anual (Res. 2254-de 2017)	No de muestras validas
CA1 Engativá	01/07/2020 – 30/09/2020	23.62	60	2208
CA2 CNA	01/10/2019 – 30/09/2020	37.95	60	8631
CA3 Fontibón	01/07/2020 – 30/09/2020	18.88	60	2207

Fuente: Aerocivil

El monitoreo realizado en las zonas aledañas al aeropuerto El Dorado, permite observar que el promedio de concentraciones no supera el valor establecido en la normatividad para el contaminante NO_2.

La Ilustración 5-85, muestra el perfil horario NO_2 registrado en las estaciones de monitoreo, donde se logra observar un comportamiento diferente en las estaciones, para CA1 Engativá y CA2 CNA se puede observar dos picos de aumento entre las 5am – 8am y entre 5pm – 9pm, jornadas del día que guardan relación con las horas picos donde la movilidad vehicular es significativamente alta. Por otro lado, en la estación CA3 Fontibón el comportamiento registrado es un aumento en las horas desde las 8am hasta las 7pm, este aumento coincide con la jornada diaria de fábricas e industrias del sector y zonas aledañas.

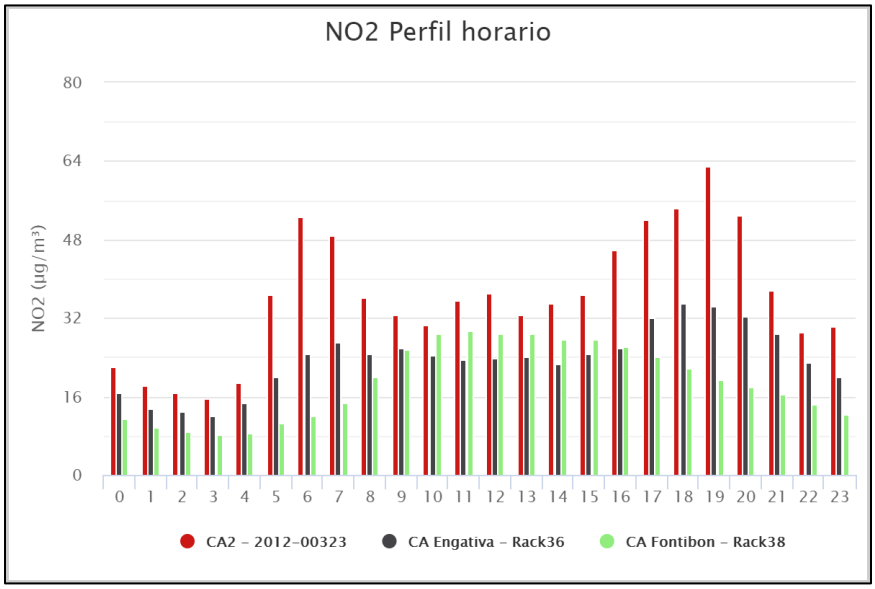


Ilustración 5-85. Perfil Horario NO_2 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

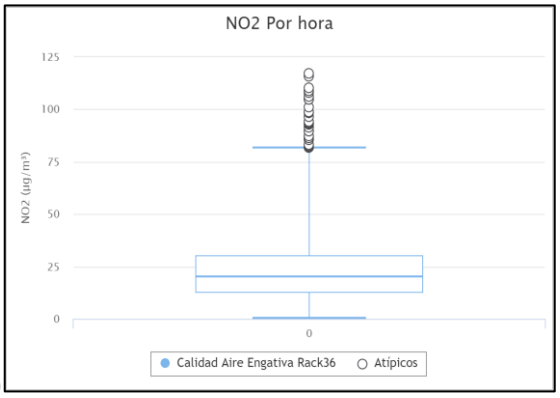
La siguiente tabla presenta los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados por las estaciones de monitoreo, así mismo se presenta el diagrama de caja y bigotes de las concentraciones NO_2:

Tabla 5-38. Tabla de Frecuencia Estaciones NO_2

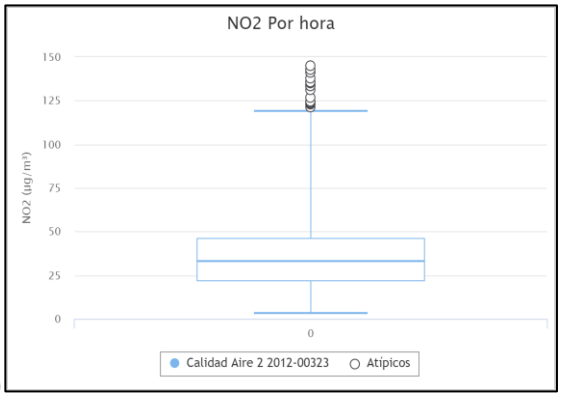
Parámetro	CA1 Engativá Horario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Horario (Jul-Sep 2020)	CA3-Fontibón Horario (Jul-Sep 2020)
N° Datos	2208	2208	2207
Promedio	23.62	36.33	18.88
Máximo	117.38	145.07	60.66
Mínimo	0.19	2.90	0.38
Percentil 25	12.80	21.95	11.19
Mediana	20.41	32.89	18.08
Percentil 75	30.04	46.19	24.89

Fuente: Aerocivil

a)



b)



c)

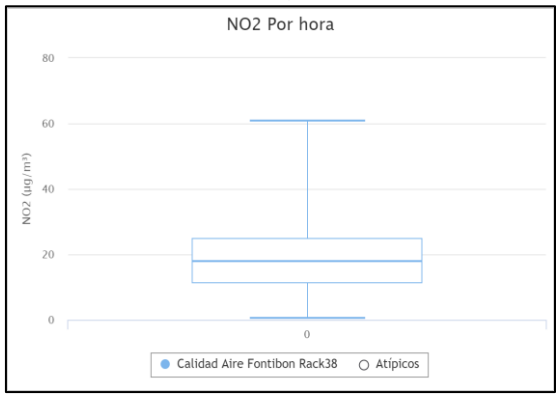


Ilustración 5-86. Diagrama de Caja – NO_2 – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón
Fuente: Aerocivil

La información anterior permite observar que en las estaciones CA1 Engativá y CA2 CNA, se registraron datos atípicos, lo cual se asocia con variación en las fuentes que generan este contaminante, así mismo se puede ver que la máxima concentración de NO_2 registrada durante los diferentes monitoreos realizados en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado es de 145.07µg/m³.

A continuación, se presentan graficas polares que vinculan la dirección del viento, las concentraciones y la velocidad u hora de los registros, para poder identificar de mejor manera la procedencia de los contaminantes.

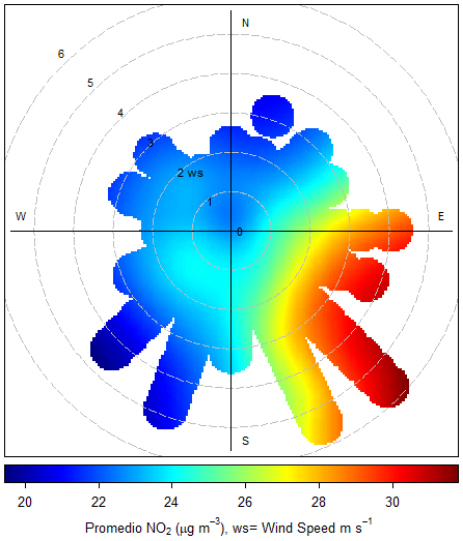


Ilustración 5-87. Rosa de contaminación NO_2 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-87 (Rosa de contaminación CA1), se observan las fuentes que aportaron mayores concentraciones en direcciones del sureste, en su mayoría con velocidades que superan los 3m/s lo cual puede indicar fuentes lejanas como las fábricas y tránsito por las vías de la ciudad.

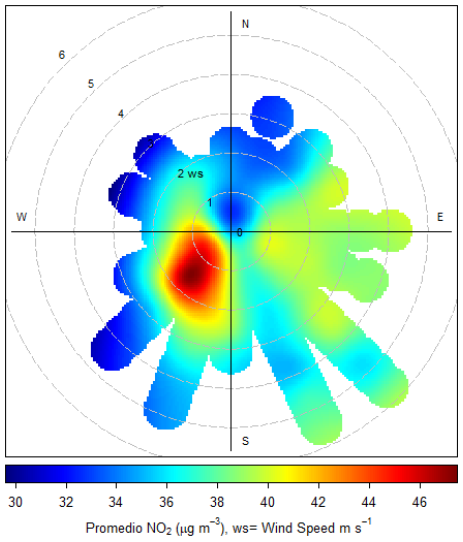


Ilustración 5-88. Rosa de contaminación NO_2 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestra la Ilustración 5-88 (Rosa de contaminación CA2), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el suroeste, con velocidades inferiores a 3m/s lo cual infiere fuentes locales como el tránsito por la avenida el dorado, la operación del aeropuerto, etc.

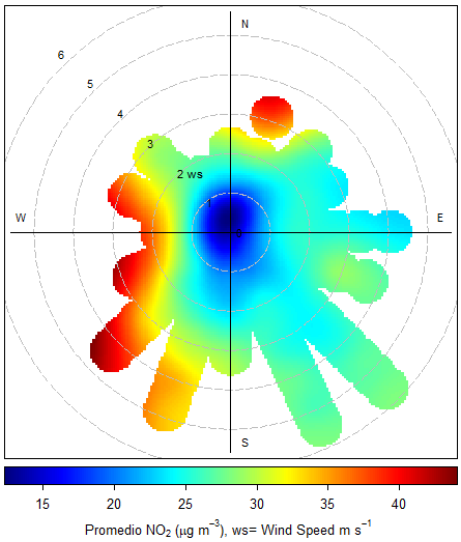


Ilustración 5-89. Rosa de contaminación NO_2 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestra la Ilustración 5-89 (Rosa de contaminación CA3), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el suroeste y oeste, las velocidades superiores a 3m/s infieren fuentes lejanas ubicadas en diferentes localidades de la ciudad, también se registró una fuente que aporta en la concentración de este contaminante hacia el noreste, allí se ubican la avenida el dorado, la operación del aeropuerto, etc.

La Ilustración 5-90 presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de nitrógeno NO_2, en la estación CA1 Engativá, en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 6:00p.m. y 10:00p.m. con vientos de todas las direcciones, indicando fuentes locales como las vías e industrias ubicadas en la localidad.

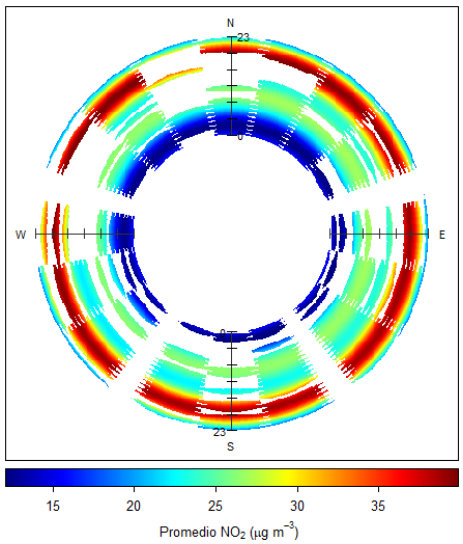


Ilustración 5-90. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-91 presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de nitrógeno NO_2, de la estación CA2 CNA, en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 6:00p.m. y 8:00p.m. con vientos de dirección del tercer (sur-oeste) y cuarto (oeste-norte) cuadrante, en la misma franja horaria se presentan altas concentraciones en todas las direcciones por lo cual se infiere un fuente local, como la avenida el dorado, las operaciones del aeropuerto, etc.

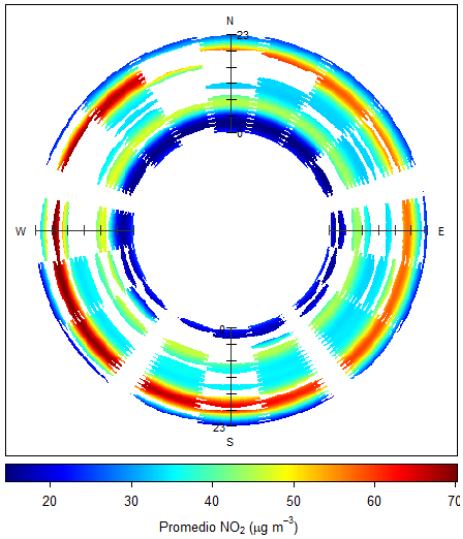


Ilustración 5-91. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-92 presenta el anillo polar de contaminación para dióxido de nitrógeno NO_2, para la estación ubicada en Fontibón, se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 11:00a.m. y 3:00p.m. con vientos de dirección del norte, seguido de concentraciones en el mismo horario de dirección noreste y suroeste.

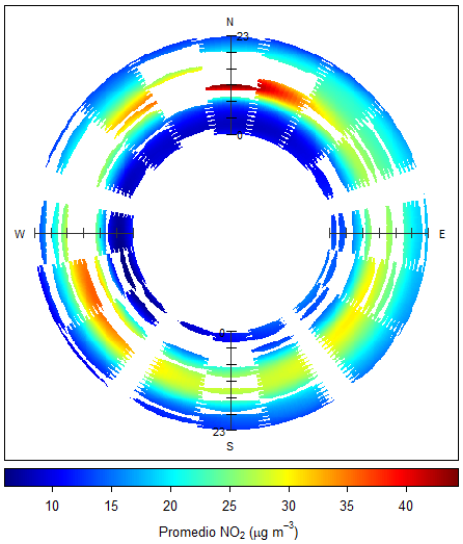


Ilustración 5-92. Anillo polar de contaminación NO_2 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Los análisis realizados permiten inferir que este contaminante es de interés para el seguimiento de las operaciones realizadas por el aeropuerto internacional El Dorado, ya que dentro de la operación se registran concentraciones altas, es importante resaltar que hasta el momento no se supera la norma nacional.

Ozono troposférico (O_3) - Estación CA2-CNA

Las siguientes ilustraciones presentan los promedios octahorarios de O_3, comparadas con los limites normativos vigentes (Resolución 2254 de 2017), se puede observar que se han registrado algunos sobrepasos de la norma octahoraria durante algunos días de los meses de febrero, marzo y mayo 2020.

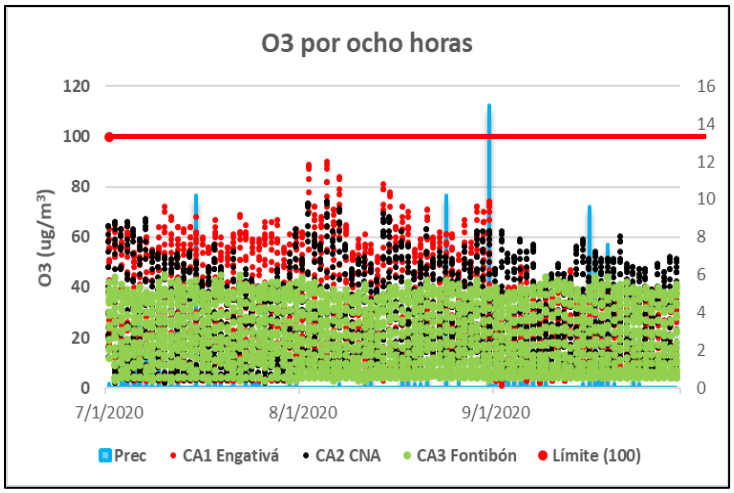


Ilustración 5-93. Concentraciones Octahorarias O_3 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-93 se puede observar que ninguno de los monitoreos realizados supera la norma octahoraria de ozono, también se puede identificar que en la estación ZA1 Engativá, se registraron los mayores valores para este contaminante. Adicional se puede identificar que durante el periodo de monitoreo as lluvias registradas influenciaron en mayor medida los niveles de concentración de este contaminante.

La Ilustración 5-94, muestra el perfil horario O_3 registrado en las estaciones de monitoreo, se logra observar un pico de aumento entre las 8 am – 7 pm, lo cual coincide con la presencia de luz solar, este comportamiento es típico de este contaminante, ya que es un contaminante que se genera en presencia de luz solar.

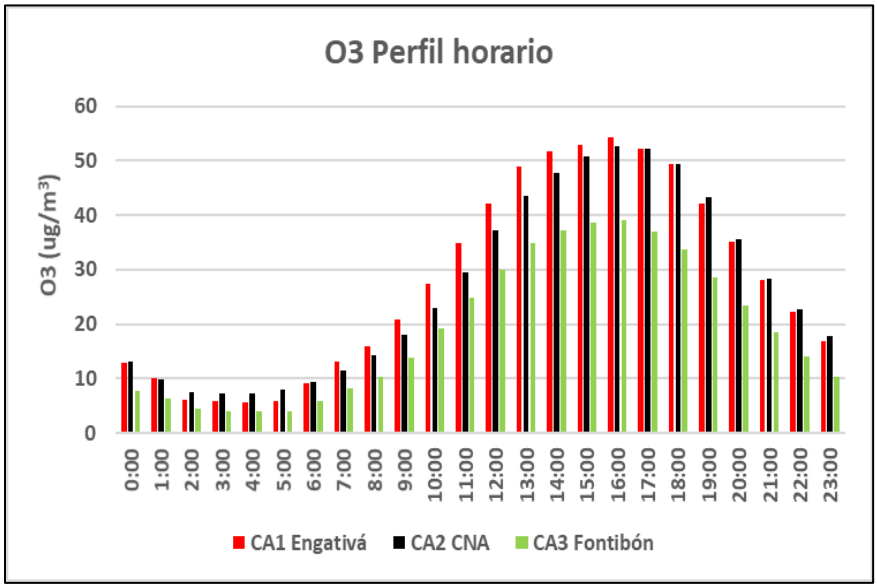


Ilustración 5-94. Perfil Horario O_3 – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

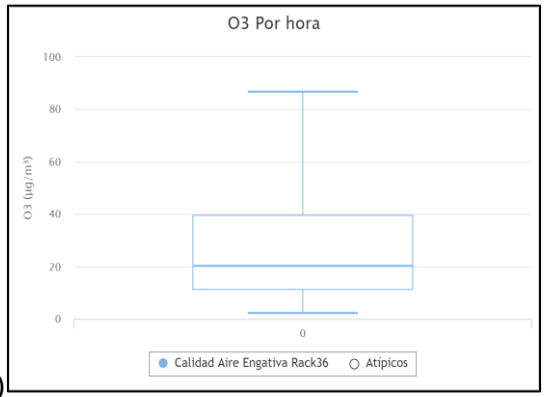
La siguiente tabla presenta los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados en la zona de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado:

Tabla 5-39. Tabla de Frecuencia Estaciones O_3

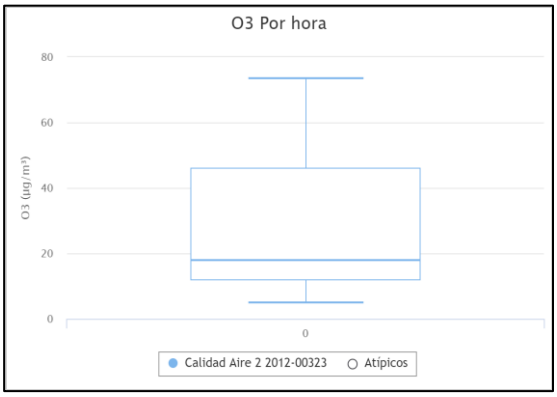
Parámetro	CA1 Engativá Octahorario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Octahorario (Jul-Sep 2020)	CA3-Fontibón Octahorario (Jul-Sep 2020)
N° Datos	2201	2201	2200
Promedio	27.70	26.72	19.12
Máximo	90.0	74.0	45.0
Mínimo	1.0	2.0	3.0
Percentil 25	10.0	11.0	6.0
Mediana	24.0	23.0	17.0
Percentil 75	42.0	42.0	32.0

Fuente: Aerocivil

a)



b)



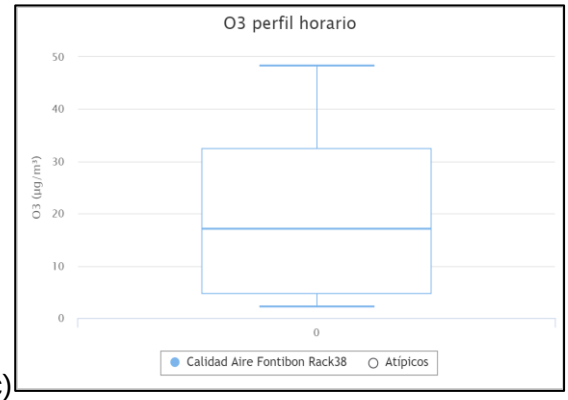
c) 

Ilustración 5-95. Diagrama de Caja – O_3 – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón
Fuente: Aerocivil

La información anterior permite inferir que la máxima concentración de O_3 registrada durante los diferentes monitoreos realizados en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado es de 90.0µg/m³, presentado en la estación CA1 Engativá; la dispersión de los datos, registra cambios en las fuentes generadoras y en los horarios de máxima emisión. No se registraron datos atípicos en concentraciones octahorarias.

A continuación, se presentan graficas polares que vinculan la dirección del viento, las concentraciones y la velocidad u hora de los registros, para poder identificar de mejor manera la procedencia de los contaminantes.

Según muestra la Ilustración 5-96 (Rosa de contaminación CA1), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el noroeste, con velocidades iguales o menores a 3m/s, esto identifica fuentes locales como las vías de la localidad, la avenida el dorado y fuentes fijas ubicadas en la localidad.

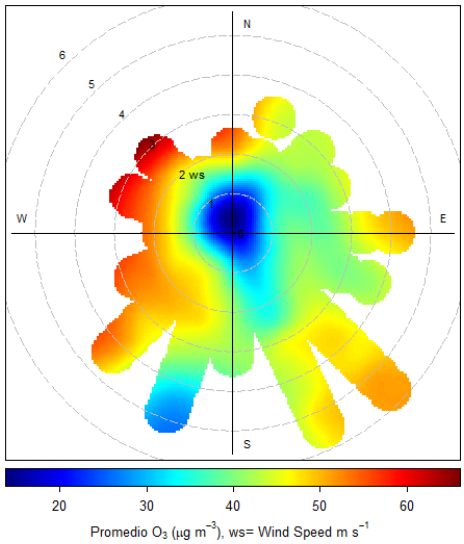


Ilustración 5-96. Rosa de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-97 presenta la rosa de contaminación de la estación CA2 CNA, las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el noroeste, con velocidades iguales o inferiores a 3m/s, esto infiere fuentes locales como el tránsito por la avenida el dorado, la operación del aeropuerto, etc.

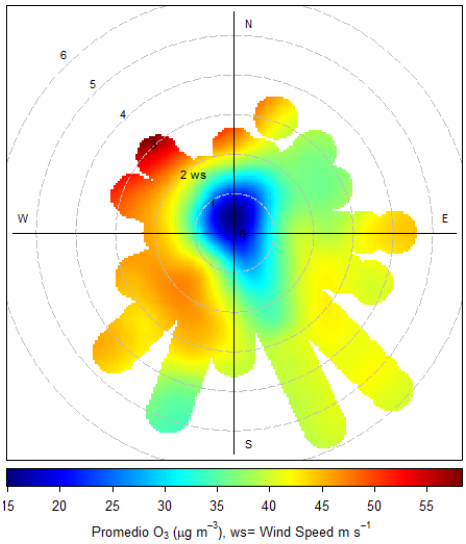


Ilustración 5-97. Rosa de contaminación O_3 – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En la Ilustración 5-98 (Rosa de contaminación CA3), identifica el tercer (sur - oeste) y cuarto (oeste – norte) cuadrante como las direcciones donde se generaron los mayores aportes de este contaminante, las velocidades inferiores a 3m/s infieren fuentes locales como el tránsito por las vías de la localidad. Las velocidades mayores a 3m/s pueden indicar fuentes lejanas ubicadas en las poblaciones cercanas (Funza, Mosquera, etc.).

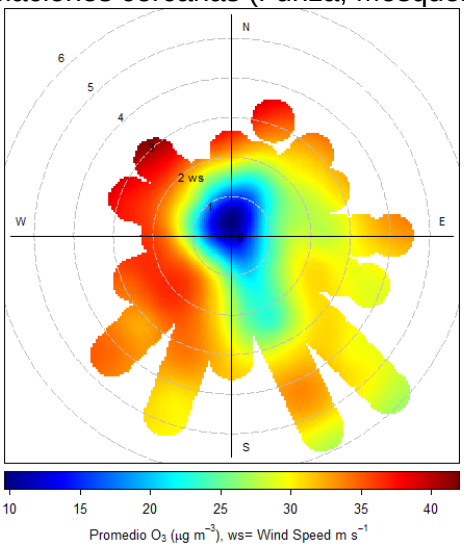


Ilustración 5-98. Rosa de contaminación O_3 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-99 presenta el anillo polar de contaminación para ozono (O_3), en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 12:00p.m. y las 4:00p.m. con vientos de dirección sureste y noreste alcanzando concentraciones promedio superiores a los 60µg/m³.

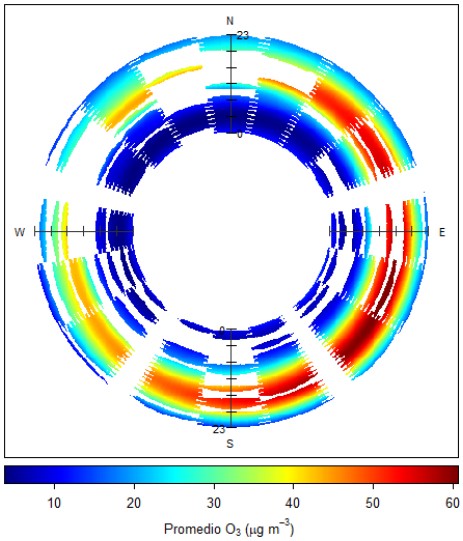


Ilustración 5-99. Anillo polar de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-100 presenta el anillo polar de contaminación para ozono O_3, de la estación CA2 CNA, se puede identificar un comportamiento similar que en la estación CA1 Engativá, donde las horas de mayor concentración se presentan entre las 12:00p.m. y 4:00p.m. con vientos de dirección sureste y noreste alcanzando concentraciones promedio superiores a los 60µg/m³. Adicionalmente se observan concentraciones de más de 40µg/m³ en direcciones suroeste y noroeste.

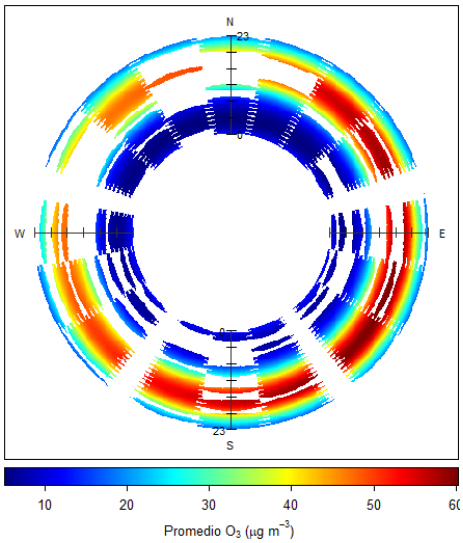


Ilustración 5-100. Anillo polar de contaminación O_3 – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-101 presenta el anillo polar de contaminación para ozono de la estación CA3 Fontibón, en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 12:00p.m. y 4:00p.m. con vientos de todas las direcciones, indicando fuentes locales.

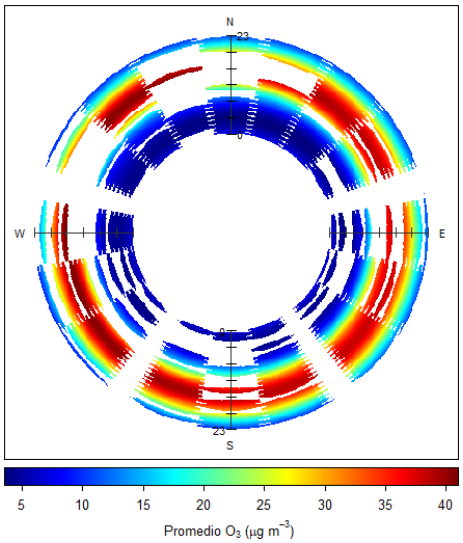


Ilustración 5-101. Anillo polar de contaminación O_3 – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Los análisis realizados permiten identificar que la operación del aeropuerto internacional El Dorado no es una fuente importante de este contaminante en la zona aledaña a las operaciones de la terminal aérea, cumpliendo con los limites normativos.

Monóxido de Carbono (CO) CA2-CNA

Las siguientes ilustraciones presentan los promedios horarios y octahorarios de CO, comparados con los limites normativos vigentes (Resolución 2254 de 2017), se puede observar que para las concentraciones horarias y octahorarias no se presentaron sobrepasos del límite normativo (35,000µg/m³ y 5,000µg/m³ respectivamente), los niveles más altos se registraron en la estación CA1 Engativá, en las ilustraciones también se observa que la lluvia afecto poco los niveles de concentración.

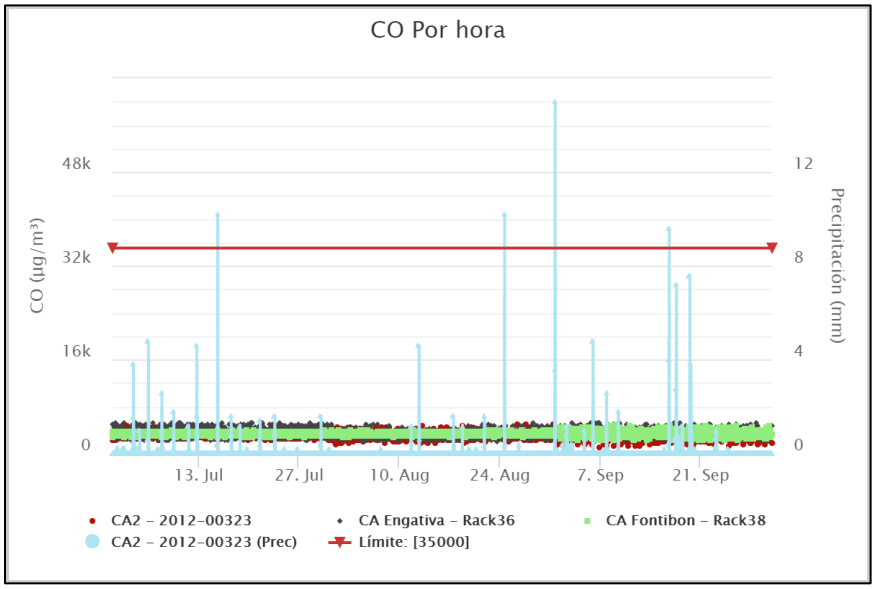


Ilustración 5-102. Concentraciones Horarias CO – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

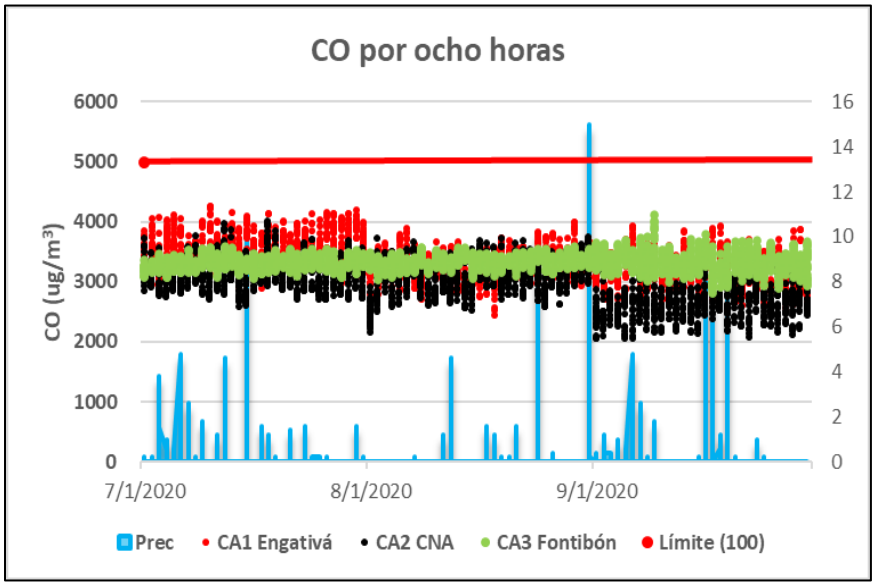


Ilustración 5-103. Concentraciones Octahorarias CO – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-104, muestra el perfil horario CO registrado en las estaciones de monitoreo, donde se logra observar un comportamiento diferente en las estaciones, para CA1 Engativá y CA3 Fontibón, los perfiles se mantienen con valores muy similares en el transcurso del día, lo cual se asocia a fuentes locales como las vías de las localidades. Por su parte, la estación CA2 CNA, registra unos picos de aumento entre las 6am – 8am y entre 5pm – 8pm, lo cual se asocia a altos flujos vehiculares en horas pico.

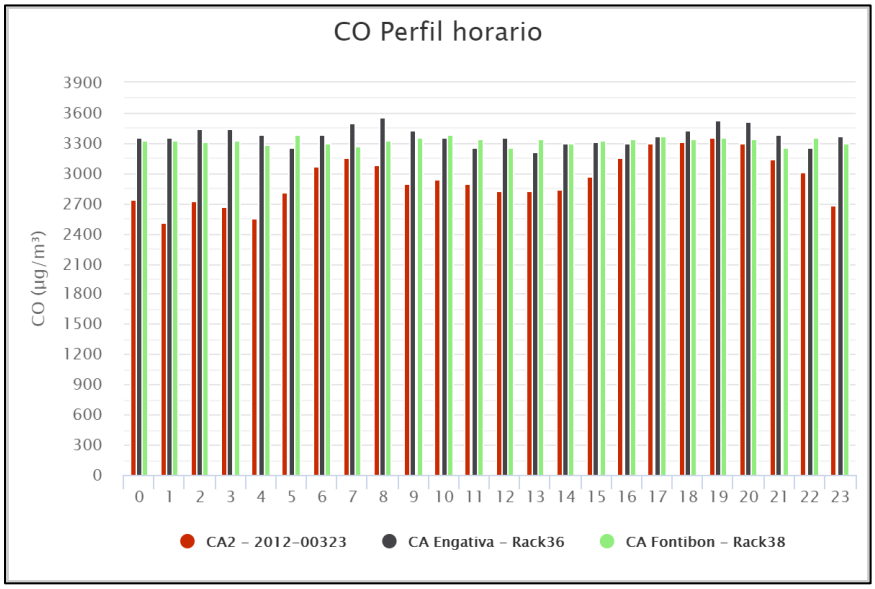


Ilustración 5-104. Perfil Horario CO – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La siguiente tabla presenta los resultados estadísticos del conjunto de datos tomados en la zona de influencia del aeropuerto El Dorado, en las distintas fechas de monitoreo, se muestran las tablas de frecuencias y graficas de cajas de las concentraciones CO.

Tabla 5-40. Tabla de Frecuencia Estaciones CO

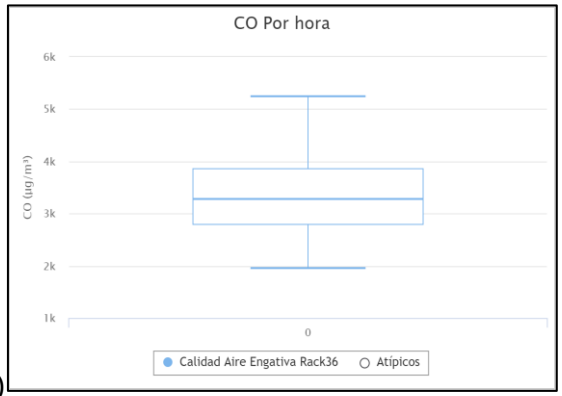
Parámetro	CA1 Engativá Octahorario (Jul-Sep 2020)	CA1 Engativá Horario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Octahorario (Jul-Sep 2020)	CA2 CNA Horario (Jul-Sep 2020)	CA3 Fontibón Octahorario (Jul-Sep 2020)	CA3-Fontibón Horario (Jul-Sep 2020)
N° Datos	2201	2208	2201	2208	2201	2207
Promedio	3376	3376	2949	2947	3326	3326
Máximo	4267	5237	3995	4857	4111	4855
Mínimo	2448	1948	2042	1060	2818	2145
Percentil 25	3159	2797	2729	2555	3243	3040
Mediana	3373	3277	2956	2910	3325	3311
Percentil 75	3585	3865	3180	3298	3405	3607

Fuente: Aerocivil

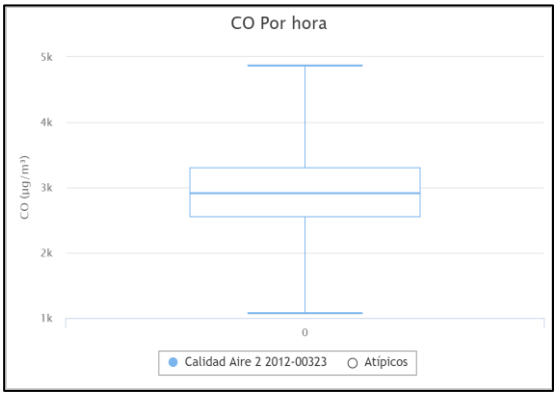
La información anterior permite inferir que la máxima concentración de CO registrada durante los diferentes monitoreos realizados en el área de influencia directa del Aeropuerto Internacional El Dorado es de 5,237µg/m³, para medición horaria en la estación CA1 Engativá.

Los diagramas de cajas permiten evidenciar que no se registraron datos atípicos en concentraciones horarias, durante el periodo evaluado.

a)



b)



c)

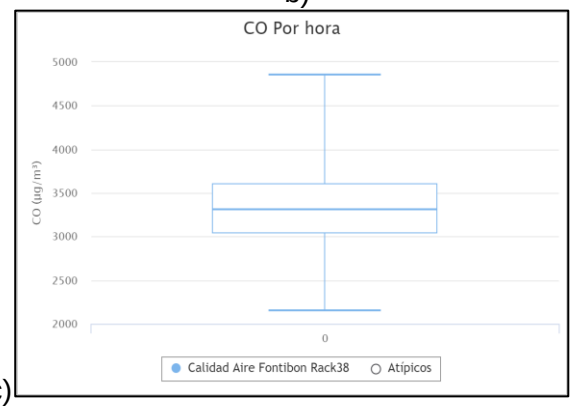


Ilustración 5-105. Diagrama de Caja – CO – a)CA1 Engativá, b)CA2 CNA, c)CA3 Fontibón
Fuente: Aerocivil

A continuación, se presentan graficas polares que vinculan la dirección del viento, las concentraciones y la velocidad u hora de los registros, para poder identificar de mejor manera la procedencia de los contaminantes.

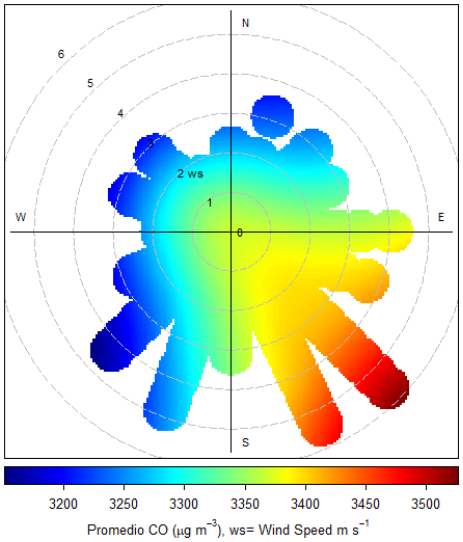


Ilustración 5-106. Rosa de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestra la Ilustración 5-106 (Rosa de contaminación CA1), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el sureste, con velocidades superiores a 3m/s, lo cual indica fuentes lejanas.

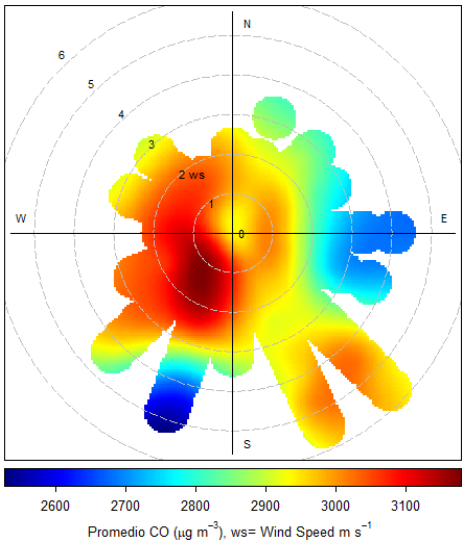


Ilustración 5-107. Rosa de contaminación CO – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

En Ilustración 5-107 se presenta la rosa de contaminación para la estación CA2, en esta se identifica, que los mayores aportes de concentración se registraron desde el suroeste con velocidades menores a 3m/s, lo cual indica fuentes locales como el tránsito por la avenida el dorado, la operación del aeropuerto, etc.

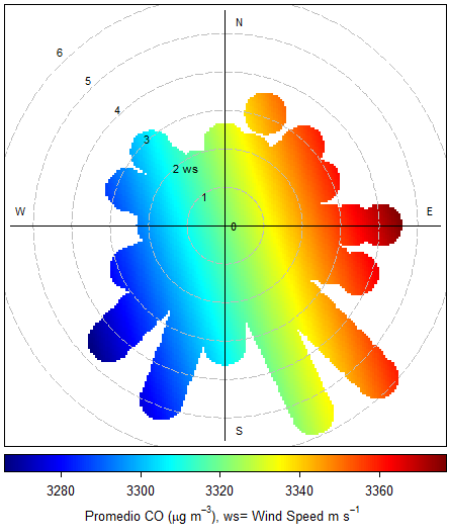


Ilustración 5-108. Rosa de contaminación CO – CA3 Fontibón – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

Según muestra la Ilustración 5-108 (Rosa de contaminación), las fuentes que aportaron mayores concentraciones, se registraron desde el este, con velocidades mayores a 3m/s lo cual puede indicar fuentes lejanas como la avenida el dorado y otras localidades de la ciudad de Bogotá.

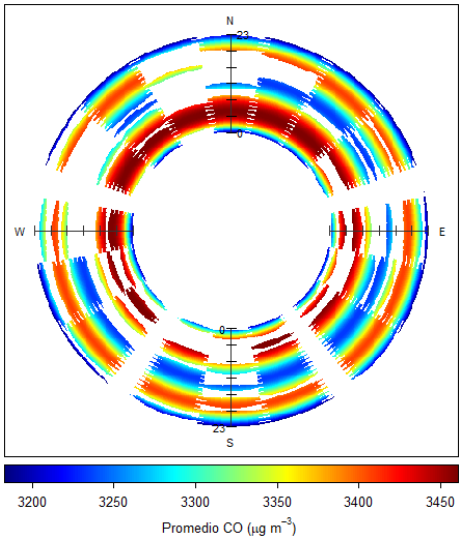


Ilustración 5-109. Anillo polar de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-109 presenta el anillo polar de contaminación para monóxido de carbono CO, en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan entre las 4:00a.m. y 8:00 a.m. con vientos de todas las direcciones alcanzando concentraciones promedio superiores a los 3,450µg/m³.

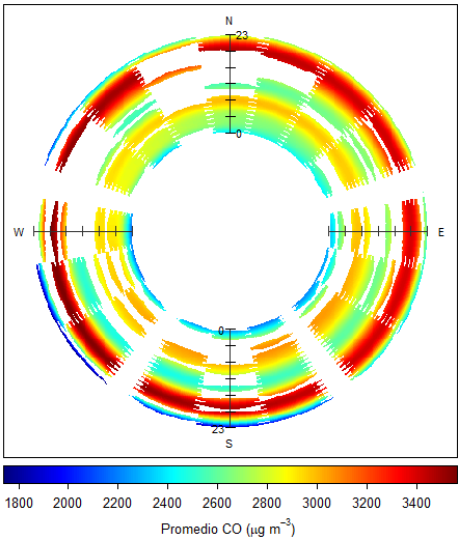


Ilustración 5-110. Anillo polar de contaminación CO – CA2 CNA – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-110 presenta el anillo polar de contaminación para monóxido de carbono CO en la estación CA2 CNA en el cual se puede identificar que las horas de mayor concentración se presentan alrededor de las 6:00p.m. con vientos de todas las direcciones lo cual indica un fuente local como la avenida el dorado.

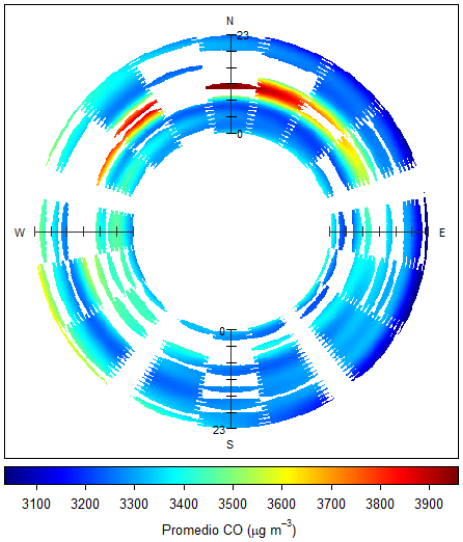


Ilustración 5-111. Anillo polar de contaminación CO – CA1 Engativá – Jul – Sep 2020
Fuente: Aerocivil

La Ilustración 5-111 presenta el anillo polar de contaminación para monóxido de carbono CO en la estación CA3 Fontibón, en el cual se puede identificar que las mayores concentraciones se registran en dirección norte hacia las 12:00p.m.

Como conclusión de los análisis realizados se puede identificar que la operación del aeropuerto internacional El Dorado, no es una fuente significativa de este contaminante en la zona de influencia de la operación aérea, puesto que los niveles se mantienen dentro de los limites normativos y las mayores concentraciones se registran con direcciones a otros tipos de fuentes.

5.1.10.4 Ruido

5.1.10.4.1 Identificación de fuentes de emisión

La identificación de fuentes de emisión sonora se desarrolló basándose en dos aspectos relevantes, para la correcta caracterización de las emisiones. Para este caso concreto, se identificarán los aportes energéticos de ruido independientes de cada fuente al ruido global o ambiental, teniendo en cuenta las múltiples fuentes móviles y fijas que se encuentran dentro del área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado – SKBO.

Por tal motivo, ese capítulo compila la información obtenida por las diferentes entidades autorizadas y certificadas para el desarrollo y análisis de estudios ambientales tales como; Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) y K2 Ingeniería, mediante el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental (SVCA). Los respectivos inventarios de fuentes de emisiones

de ruido se realizarán tanto para fuentes móviles como fijas. Sin embargo, mediante la Resolución 844 de 2020, el Gobierno Nacional extendió el estado de emergencia sanitaria hasta el 31 de agosto del presente año, por tal motivo, se llevará a cabo un análisis preliminar del inventario de fuentes de emisión de ruido que se encuentren dentro del AID (Área de Influencia Directa), determinada por la curva de 65 L_{DN}. Esto con el fin de contrastar y relacionar el inventario de fuentes, modelaciones y resultados obtenidos por la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá en su último estudio.

5.1.10.4.2 Estudio estratégico de ruido aeronáutico y ruido ambiental dentro del AID del Aeropuerto Internacional El Dorado

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en conocimiento de la problemática de los niveles de ruido producto de las operaciones aéreas; desarrolló y ejecuta un sistema de control integral sin precedentes en Colombia por medio del cual gestiona un completo análisis, seguimiento, registro y control de los niveles de ruido producidos por los procedimientos aeronáuticos, permitiendo una evaluación constante del impacto sonoro sobre las zonas aledañas y en cercanía a la trayectorias que se realizan en el Aeropuerto Internacional El Dorado.

La red de monitoreo de ruido que lleva por nombre SVCA[17] tiene como objetivo entonces, evaluar y registrar los niveles de presión sonora que suceden en puntos estratégicos por pertinencia acústica y de trayectorias; permitiendo establecer múltiples análisis de ruido ambiental y aporte energético por una única fuente sonora de ruido aislado de otras fuentes persistentes de un entorno. Adicionalmente, el SVCA cuenta con datos integrados de radar que permiten atribuir un nivel sonoro al paso de una aeronave, lo cual es pertinente para el control y monitoreo de análisis en la operación de explotadores aéreos ya de esta manera se permite entonces el registro de modelos de aeronaves, modelos de motores, cantidad de operaciones, etc. Lo anterior a partir de la entrada en operación del SVCA como medida de mitigación de ruido desde el año 2015.

5.1.10.4.3 Estaciones de monitoreo.

El SVCA cuenta con 20 estaciones de monitoreo de ruido inteligentes (EMRI) fijas y 5 móviles, ubicadas en las zonas aledañas al aeropuerto como en las derrotas de las trayectorias; luego entonces el SVCA hace cobertura a las zonas al interior del Aeropuerto, en la localidad de Fontibón, en la localidad de Engativá y en el municipio de Funza. Todas las estaciones cuentan con las mismas características técnicas, las cuales dan cumplimiento a las normativas nacionales y de estandarización internacional aplicadas a mediciones de ruido ambiental y de ruido aeronáutico.

- Micro y Macrolocalización

La Aerocivil junto con la firma K2 Ingeniería S.A.S. y con la colaboración de las firmas internacionales ACOEM Group y Atech Acoustic, revisaron la ubicación y la pertinencia acústica con los datos muestreados históricamente; logrando demostrar que con un total

[17] Sistema de Vigilancia y Control Ambiental.

de 20 estaciones fijas y 5 móviles se presenta una correcta cobertura de evaluación de niveles de ruido en cercanía al Aeropuerto como en la trayectoria que generan los procedimientos aéreos para SKBO[18].

La ubicación de las estaciones es justificada basándose en las rutas teóricas y procedimientos actuales aéreos que realizan las aeronaves que tienen como despegue o aterrizaje del Aeropuerto Internacional El Dorado, junto con la muestra histórica y pertinencia acústica de los niveles presentados en los sectores contiguos a la terminal aérea.

- Macro localización de Estaciones de Monitoreo.

Hace referencia a la identificación de las zonas geográficas donde se ubican las diferentes estaciones de monitoreo, esto se realiza en función de criterios científicos y objetivos tales como:

- Ubicación estratégica: Dentro o cerca del área de influencia directa (curva de ruido LDN de 65 dBA), distribuidos uniformemente en los barrios y áreas cercanas al Aeropuerto, preferentemente en áreas residenciales o áreas críticas como hospitales, bibliotecas, sanatorios u hogares geriátricos.
- Revisión de rutas teóricas aéreas preestablecidas: Análisis de los procedimientos de vuelo y corredores aéreos utilizados comúnmente para las trayectorias aéreas.
- Puntos de comparación al interior del aeropuerto: Es primordial obtener puntos de referencia base para realizar consolidados históricos y comparaciones de los niveles de ruido (cercanías a las operaciones aéreas y en tierra).
- Representaciones de las molestias por ruido y quejas de la población colindante.

- Micro localización de Estaciones de Monitoreo.

La comunicación del sistema de monitoreo se realiza a través de un módem 3G, que permite acceder a los niveles de presión sonora, descarga de datos, modificación de la configuración del equipo, etc. Por lo tanto, toda ubicación de la estación está asociada a una recepción de la señal 3G correcta y sin equipos eléctricos cerca que puedan generar ondas electromagnéticas que potencialmente afecten la correcta comunicación y operación de la red de monitoreo.

Las estaciones cuentan con una ubicación estratégica donde no se presenten sobras o apantallamiento acústico y con la suficiente separación de materiales o superficies reflejantes los cuales pueden alterar los resultados en términos acústicos; adicionalmente son ubicados en lugares de mayor altitud con el fin de que se evidencie la menor interferencia de resultados por actividades humanas, de igual forma el SVCA sigue las recomendaciones con fines de vigilancia interpuestas por la OACI:

(…) La vigilancia del ruido que producen las aeronaves debería efectuarse ya sea con un equipo móvil, utilizándose a menudo sólo un sonómetro, o bien con equipo instalado permanentemente, consistente en uno o más micrófonos con amplificadores situados en

[18] SKBO: designación de código OACI para el Aeropuerto Internacional El Dorado.

diferentes lugares del aeródromo, con un sistema de transmisión de datos que una los micrófonos a una instalación registradora central. Este apéndice describe principalmente el segundo método, pero cuando se emplee equipo móvil deberían adoptarse también sus especificaciones, en la medida en que sean pertinentes. (…)

(…) 3.4 La instalación sobre el terreno de micrófonos para vigilar el ruido producido por las aeronaves debería prever que los micrófonos estén convenientemente protegidos de la lluvia, nieve y otros fenómenos meteorológicos perjudiciales. Debería aplicarse a los datos obtenidos en la medición, la corrección adecuada por cualquier pérdida de inserción, en función de la frecuencia y de las condiciones meteorológicas, producida por pantallas u otras cercas de protección. (…)

(…) 4.1 Los micrófonos utilizados para vigilar los niveles de ruido producido por las aeronaves, deberían instalarse en lugares apropiados, con el eje de sensibilidad de cada micrófono orientado en una dirección tal que se logre la sensibilidad máxima a las ondas sonoras. La posición del micrófono debería elegirse de modo que no haya ningún obstáculo por encima del plano horizontal que pase por el centro activo del micrófono, que pueda influir en el campo sonoro producido por una aeronave.

Nota 1. — Puede que sea necesario emplazar los micrófonos de vigilancia en lugares donde hay considerable ruido de fondo, causado por el tránsito de vehículos motorizados, niños que juegan, etc. En estos casos, resulta a menudo indicado colocar el micrófono sobre un tejado, en un poste telefónico o en cualquier otra estructura elevada. En consecuencia, es necesario determinar el nivel de ruido de fondo y llevar a cabo una comprobación sobre el terreno, en una o más frecuencias, de la sensibilidad global del sistema de medición antes o después de medir el nivel de ruido correspondiente a una serie de vuelos. (…)

(…) 4.2 La vigilancia se refiere al ruido producido por el vuelo de una sola aeronave, por una serie de vuelos, por un tipo determinado de aeronave o por un gran número de operaciones de aeronaves diferentes. Estos niveles varían, en un punto de vigilancia determinado, de acuerdo con los procedimientos de vuelo o las condiciones meteorológicas. Por lo tanto, al interpretar los resultados de un procedimiento de vigilancia, debería tomarse en consideración la distribución estadística de los niveles de ruido medidos. Cuando se informe de estos resultados, debería facilitarse una descripción adecuada de la distribución de los niveles de ruido observados. (…) Anexo 16 de la OACI Protección del medio ambiente, Volumen I Ruido de las aeronaves.

- <u>Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Ruido Inteligente (EMRI)</u>

La localización de los puntos de monitoreo se puede apreciar en la siguiente ilustración:

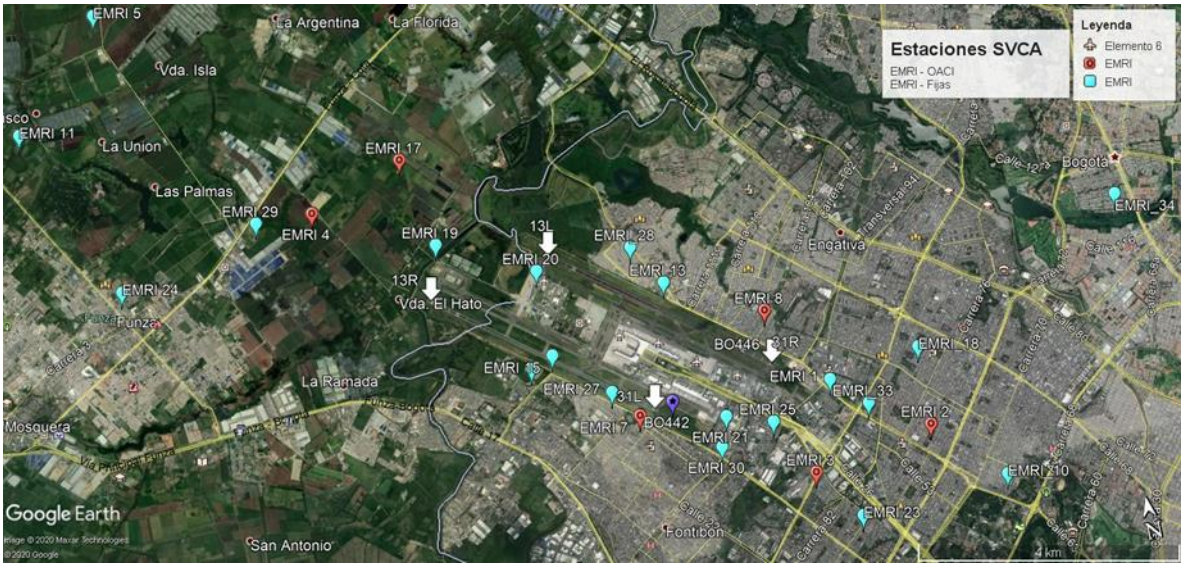


Ilustración 5-112 Georreferenciación de estaciones EMRI – SVCA.
Fuente: Google Earth.

Del total de las veinte (20) estaciones fijas, los puntos (estaciones) identificados EMRI_2, EMRI_3, EMRI_7, EMRI_8, EMRI_17 y EMRI_4 fueron definidos bajo los criterios de la resolución No. 2130 de 2004 de la Aerocivil, que se basa en el documento *"Protección del medio ambiente"* del Anexo 16 de la OACI, Volumen I. En dicha normativa y documentación se mencionan puntos a considerar de ruido lateral, sobrevuelo y de aproximación a partir de los cuales fueron ubicadas las estaciones anteriormente mencionadas, en la ilustración anterior se visualiza en rojo los puntos donde se ubican dichas estaciones.

Los puntos de medición del ruido lateral (EMRI_7 y EMRI_8) corresponden a los puntos paralelo a 400 m del eje de pista o de su prolongación, en el que el nivel de ruido de despegue es máximo. En cambio, el punto para la medición de ruido de sobrevuelo se ubicó en la prolongación del eje de pista a una distancia de 6.5 km desde el cual comienza el recorrido de despegue (EMRI_3 y EMRI_2), y por último el punto de referencia de ruido por aproximación se ubicó sobre el terreno en prolongación del eje de pista a 2,000 m del umbral (EMRI_4 y EMRI_17) en terreno horizontal, los puntos se encuentran ubicados a 120 m por debajo de la trayectoria de descenso de 3°, que intercepta la pista a 300 m más allá del umbral, son atribuidos a las mismas estaciones EMRI_4 y EMRI_17 puesto que realizan cubrimiento a trayectorias tanto de despegue como aproximación, seguidas de estas se encuentran estaciones que cubren zonas rurales y la zona urbana del municipio de Funza. Adicional a lo anterior se implementan una serie de estaciones de apoyo sobre las mismas trayectorias que cubren las estaciones EMRI_3 y EMRI_2 dirigidas hacia la ciudad de Bogotá D.C. debido a la densidad poblacional de esta zona.

Dada la geografía del Aeropuerto Internacional El Dorado, el punto de medición de ruido por aproximación coincide con el punto de medición de ruido de sobrevuelo, por tanto, se tienen un total de 6 estaciones de monitoreo bajo estandarización de la OACI (EMRI_2, EMRI_3, EMRI_7, EMRI_8, EMRI_17 y EMRI_4).

5.1.10.4.4 Cobertura de estaciones y características adicionales.

Las estaciones que componen la red de monitoreo SVCA cuentan con una cobertura de radio de detección de eventos aeronáuticos de 750 metros, debido a la configuración de operación característica del equipo. Así, las estaciones cuentan con una cobertura de:

Cobertura EMRI	Cobertura Total de estaciones	Área de influencia directa Sin proyecto.
Radio de 750m	44.178 km^2	23.38 Km^2 (2019)

Con la cobertura de las estaciones que registraron los niveles de ruido con aporte significativamente en la ubicación de la estación de monitoreo y teniendo en cuenta el principio de intensidad sonora que es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente, se puede inferir que el área de identificación de eventos aeronáuticos por la red de monitoreo supera el área de influencia definido sin el proyecto (año 2019) con aproximadamente 21.8 Km^2.

5.1.10.4.5 Validez de la información.

Como todo sistema de metrología por la toma de datos de presión sonora, se debe contar con un sistema acreditado en sus procedimientos, evaluación y procesamiento de datos, así como las especificaciones técnicas de los equipos para la validación y confirmación de la toma de datos. Por tal motivo, el sistema de vigilancia y control ambiental cuenta con la siguiente acreditación:

- Sonómetro de clasificación Tipo 1 según parámetros de aceptación en su proceso de calibración para las metodologías IEC: 61672, Soporte técnico directo por ACOEM Group[19].
- Acreditación por medio de Resolución N°1313 del IDEAM[20] para mediciones según normativa 0627 del 2006 y normativa ISO 1996.
- Procesamiento de datos por compañía internacional Acoutics Technologies A-Tech (Bélgica)[21] en correlación de eventos aeronáuticos ISO 20906.

En consiguiente, se mostrarán los resultados evaluados y analizados con el objeto de este estudio de impacto ambiental debido a las características y pertinencias que tiene cada estación perteneciente al SVCA, con el fin de realizar la valoración del componente de ruido en las zonas aledañas al Aeropuerto y objeto de modificación del presente proyecto. Por lo anterior, se identifica el análisis por zonas y localidades, así como la evaluación de niveles de ruido únicamente por el aporte energético de la fuente sonora de aeronaves, al paso de la trayectoria mediante la metodología ISO:1996-2. Para el análisis de la metodología ISO se realiza con información desde octubre del 2017 en fundamento al cambio de procedimientos y aplicación de la restructuración del espacio aéreo de Bogotá, mediante la integración de sistemas PBN en la navegación aérea de SKBO.

[19] https://www.acoem.com/
[20] Resolución de acreditación determinada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
[21] http://www.atech-acoustictechnologies.com/en/

Adicional a la valoración de niveles de ruido ambiental y de ruido aeronáutico (ISO:1996-2), se realiza un análisis de la comparación de estos dos descriptores de indicación de niveles de ruido diurno ambiental ($L_{RAeq,\ Diruno}$) y el nivel equivalente diurno por ruido aeronáutico (LD); con el fin de determinar el aporte energético que realiza la fuente sonora en evaluación al ruido ambiental total que se obtiene en las zonas objeto de análisis.

Las estaciones de mediciones de ruido inteligentes (EMRI) ubicadas en las localidades de Fontibón, Engativá, Funza y el Aeropuerto Internacional El Dorado – SKBO, tiene como objetivo principal el monitoreo de ruido ambiental y el ruido generado producto de la operación aérea del aeródromo. Por tal motivo, en este capítulo se presenta la trazabilidad y continuidad de las medianas[22] de niveles de ruido ambiental y aeronáutico mensuales en las estaciones ubicadas en las zonas aledañas al Aeropuerto Internacional El Dorado tomados mediante el SVCA. Para estos niveles de ruido se utilizó el descriptor estadístico de tendencia central; mediana, debido a que este parámetro representa el grupo de datos con mayor repetición en las mediciones diarias obtenidas. Los descriptores como el promedio y la moda se descartaron, ya que obtener un promedio de niveles de ruido con datos atípicos variaría significativamente el análisis del estudio.

Por tal motivo el fenómeno acústico que genera el ruido ambiental, se entiende como la suma de diferentes ruidos que se pueden encontrar en zonas urbanas y/o rurales generados por diferentes fuentes sonoras como: vehículos, industrias, bocinas, gritos, música, entre otros. Por consiguiente, el ruido asociado, únicamente, a la industria aeronáutica se define como ruido aeronáutico, el cual aporta uno de múltiples generadores para el ruido ambiental. Esto significa que, en términos cuantitativos, es decir, niveles continuos equivalentes de presión sonora el ruido ambiental representara la mayor magnitud de ruido registrado, mayor al ruido aeronáutico.

5.1.10.4.6 Niveles Históricos de Ruido en el SVCA.

En esta sección se presentan el histórico de los datos correspondientes a los niveles continuos equivalentes en ponderación A para cada una de estaciones del monitoreo que hacen parte del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental[23], de manera que al referirse a niveles; son Niveles Continuos Equivalentes en ponderación A (LAeq) donde su unidad es Decibelios ponderados bajo la curva A (dBA).

Estos datos se presentan para las jornada diurna y nocturna, tal como se estipula en el Artículo 2 de la Resolución 0627 del 2006 *"Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental"*[24], en donde la jornada diurna se define como el periodo entre las 7:21 hasta las 21:00 horas y el periodo nocturno abarca la franja horaria entre las 21:01 hasta 7:00 horas.

Los resultados se presentarán agrupando las estaciones correspondientes a cada zona objeto de evaluación en este estudio y de los cuales se tiene la suficiente cobertura por

[22] Definición de mediana como medida de tendencia central, GLOSARIO.
[23] RESOLUCIÓN 0627 DEL 7 DE ABRIL DE 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
[24] RESOLUCIÓN 0627 DEL 7 DE ABRIL DE 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

medio del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA. De esta forma las se clasificarán en:

1. Zona Interior del Aeropuerto Internacional El Dorado.
2. Localidad de Fontibón.
3. Localidad de Engativá.
4. Municipio de Funza.

5.1.10.4.6.1 *Observaciones*

Se ha identificado en cada sector del aérea urbana monitoreado por medio del SVCA en donde en términos generales se encuentra en el comportamiento de los niveles de ruido ambiental lo siguiente: En la localidad de Fontibón se encuentran en estaciones como EMRI 21, EMRI_30, EMRI_27, EMRI_7 incluso la estación EMRI_32 implementada o adicionada en el 2017, han mantenido en sus registros niveles anuales similares con cambios anuales inferiores a 2.5dBA en jornada diurna. Aun así, en esta localidad únicamente la estación EMRI_3 presenta un aumento de los niveles de ruido ambientales de 5dBA en lo corrido 2020, año que para el momento del estudio no ha culminado. Esto indicaría que en lo recorrido del 2020 únicamente en el punto donde está ubicada EMRI_3. Para esta misma localidad de Fontibón en horario nocturno no presentan cambios anuales mayores a 3 dBA a partir del 2017 hasta el 2020 en todas las estaciones de monitoreo a excepción de la estación EMRI_3, la cual presenta un incremento de 7.6 dBA en los niveles de ruido ambiental en lo recorrido del año 2020 en comparación con el 2015. Indicando esta estación como el único punto que registra un aumento del nivel de ruido ambiental en ambas jornadas en todo el histórico de datos, sin embargo, el resto de estaciones se ha comportado anualmente de manera similar.

En la localidad de Engativá se encuentra en jornada diurna a manera anual un comportamiento en donde las estaciones no presentan cambios notorios (mayores a 3dBA) principalmente hasta el 2019, en lo transcurrido del año 2020 en algunas estaciones como EMRI_1 y EMRI_33 ubicadas sobre la cabecera 31R de la pista norte, registran un aumento del nivel de ruido anual de 1.3dBA con respecto a los niveles encontrados en años anteriores. No obstante, también se encuentran estaciones como EMRI_18 y EMRI_10 en lo recorrido del 2020, menores niveles de ruido, en la misma proporción en que otras estaciones anteriormente mencionadas presentación un aumento estas dos últimas. En horario nocturno en la localidad de Engativá también no se encuentran cambios anuales de ruido superiores a 3dBA en donde resaltan que en la ubicación de las estaciones EMRI_1y EMRI_33 ubicadas sobre la cabecera 31R del Aeropuerto Internacional El Dorado, se encuentra una disminución hasta de 2 dBA en el nivel de ruido ambiental en lo recorrido del 2020 en relación al histórico de datos reflejando una disminución del aporte de las fuentes de ruido para esta franja horaria.
En el sector urbano del municipio de Funza se encuentra en la proyección anual de niveles de ruido un aumento gradual de los niveles de ruido en horario diurno mostrando la contribución de mayores fuentes acústicas producto del desarrollo mismo que ha tenido este sector. Aun así, este aumento es de 2.9 dBA desde el 2015 en relación a los niveles encontrados en el transcurso del 2020 en jornada diurna, en el horario nocturno se presenta el mismo fenómeno en donde este aumento resulta ser de 2.7 dBA. En cuanto a la zona rural que monitorea el SVCA inmerso en su totalidad en el municipio de Funza se ha

encontrado una disminución en los niveles de ruido ambiental para la jornada nocturna en las estaciones EMRI_4 y EMRI_29 ubicadas sobre la cabecera 13R de la pista sur del Aeropuerto Internacional El Dorado, para el caso de EMRI_4 alcanza a ser de 1.9 dBA mientras que para EMRI_29 resulta ser de 4.5 en ambos caso tomando todo el histórico de datos e, desde el 2015 hasta lo cursado del 2020.

Las estaciones ubicadas en la zona rural más retirada al casco urbano como EMRI_5 y EMRI_11 no registran cambios superiores incluso a 2 dBA a lo largo de los años producto de la poca actividad humana existente en este sector mostrando un comportamiento similar en cuanto a niveles de ruido anuales. Como se indica en el Anexo Digital 3., se encuentra de manera diaria el aporte de las penalizaciones por atribuciones de componentes impulsivos y tonales efectuadas para cada jornada. Resalta en primera instancia una cantidad mayor de días con correcciones por componente impulsivo que por componente tonal en todo el territorio enmarcado en el SVCA. Se debe tener en cuenta que la mayor parte de estas correcciones por componente impulsivo se registran en la jornada diurna mientras que las correcciones por componente tonal se encuentran en mayor medida en la jornada nocturna.

Para la localidad de Fontibón se encuentra en las estaciones EMRI_25, EMRI_27 y EMRI_32 correcciones por componente impulsivo en más del 60% de los días del histórico de datos en jornada diurna. Para esta localidad en jornada nocturna, se encuentra que solo las estaciones EMRI_23 y EMRI_27 registran correcciones por componente impulsivo el 53.4% y 42.3% de los días monitoreados en el histórico de datos respectivamente, mostrando la participación de fuentes acústicas que generan este tipo de ruido. En cuanto a la localidad de Engativá se encuentra en mayor medida correcciones diarias por componente impulsivo en el ruido ambiental. Estas estaciones a diferencia de la localidad de Fontibón, se encuentran que las correcciones son efectuadas también en horario nocturno, en algunas estaciones de monitoreo como lo son las estaciones EMRI_8 y EMRI_28, registran en el histórico de datos que en el 69.4% y 83.6% de los días del histórico de datos se está realizando una penalización por componente impulsivo en horario nocturno, esto respectivamente para las estaciones EMRI_8 y EMRI_28, en donde esta última registra el mayor porcentaje de correcciones por componente impulsivo y por componente tonal de toda la localidad, tenido en cuenta que debido a su ubicación, es la estación ubicada más al noroccidente dentro de la localidad de Engativá.

En cuanto al sector urbano del municipio de Funza, se encuentra correcciones por componente impulsivo hasta de 91% de los días en el histórico de datos en horario diurno, siendo este mayor incluso al porcentaje encontrado en otras zonas urbanas del SVCA, indicando que es este sector el cual presenta mayores fuentes de ruido impulsivo incluso mayor a las localidades de Fontibón y Engativá.

5.1.10.4.7 Análisis de aporte de ruido aeronáutico al ruido ambiental

Los análisis y resultados obtenidos en cuanto al ruido ambiental y el ruido aeronáutico, permiten indagar sobre las diferencias de niveles a lo largo del tiempo de estudio. Lo cual indica, la trazabilidad del aporte energético generado por la operación aérea del aeródromo y la relación con el ruido global (ambiental), a su vez, teniendo en cuenta las múltiples fuentes que integran el ruido ambiental. Por tal motivo, se calculó y verificó la diferencia de

los niveles de presión sonora, tanto en la jornada diurna como nocturna, entre el ruido ambiental y aeronáutico.

5.1.10.4.7.1 *Zona del Aeropuerto Internacional El Dorado*

En el análisis de estos parámetros se tuvo en cuenta que, una diferencia de 2.9 dB entre el ruido global y la fuente sonora particular se relaciona con un aumento del doble de la energía acústica aportada por las múltiples fuentes (cilíndricas) que se puedan encontrar cerca de las áreas de cobertura de cada una de las estaciones.

ZONA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO		
AÑO	**% LD**	**% LN**
2017	100	50
2018	75	75
2019	50	50
2020	50	50

Tabla 5.1.10.4.78-41. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Aeropuerto Internacional El Dorado)

- En la tabla 5.1.10.4.78-43, se puede observar el porcentaje de estaciones, las cuales presentaron una diferencia mayor o igual a 3 dB entre el ruido ambiental y aeronáutico para cada uno de los años de estudio. Esto a su vez, permite inferir que el aporte energético de ruido aeronáutico es mayor con la continuidad de los años. Sin embargo, durante el periodo 2019 y 2020 los porcentajes de cantidad de estaciones que presentaron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB en las dos jornadas de evaluación se mantiene en el 50%.

- Por tal motivo, dos (2) de las cuatro (4) estaciones ubicadas en el interior del Aeropuerto Internacional El Dorado presentaron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB durante el periodo de estudio del año 2019 y 2020. Esto se puede verificar comparando los niveles de tendencia central para las estaciones F019 y F020, los cuales arrojaron diferencias de niveles de 10.8 dB y 2.9 dB respectivamente, en relación a los resultados de ruido ambiental.

5.1.10.4.7.2 *Área de influencia de la localidad de Fontibón*

Actualmente en el área de Fontibón se encuentran siete (7) estaciones de monitoreo fijas. Por tal motivo, se realizó el mismo procedimiento de análisis de diferencia de niveles de ruido aeronáutico respeto al ambiental, basándose principalmente en el cálculo de las medidas de tendencia central para cada uno de los años y jornadas específicas. En la tabla 42, se podrán observar los porcentajes de cantidad de estaciones que registraron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB, para cada jornada.

LOCALIDAD DE FONTIBÓN		
AÑO	**% LD**	**% LN**
2017	100.0	57.1

2018	57.1	71.4
2019	57.1	57.1
2020	71.4	57.1

Tabla 5.1.10.4.78-42. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Localidad de Fontibón)

- En la tabla 5.1.10.4.78-44, se puede observar una disminución aproximada del 43% de la cantidad de estaciones en las cuales se calculó una diferencia mayor a igual a 2.9 dB, para las jornadas diurna y nocturna durante los periodos de tiempo evaluados desde el año 2017 hasta el año 2019. Sin embargo, durante el periodo de tiempo analizado para el año 2020 el porcentaje de cantidad de estaciones, con la diferencia establecida, aumento para la jornada diurna hasta llegar a los 71.4%. A su vez, para la jornada nocturna, los porcentajes de cantidad de estaciones ha mantenido sobre lo 57.1%.

- Una de las particularidades de los resultados obtenidos, se obtuvo para la estación F030, donde se verifico que en los últimos tres (3) periodos de evaluación la diferencia de los niveles de ruido ambiental y aeronáutico no supera los 2.7 dB. Esto puede presentarse debido a la ubicación geográfica de la estación de monitoreo, la cual se encuentra a 1.3 km en dirección sur oriente de la cabecera 31L, razón por la cual, el registro de los niveles de ruido en esta área es directamente influenciado por las trayectorias de vuelo de las aeronaves que realizan las operaciones de despegue o aterrizaje sobrevolando la cabecera en cuestión.

- Por otro lado, cinco (5) de las siete (7) estaciones ubicadas en la localidad de Fontibón presentaron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB durante el periodo de estudio del año 2020 en la jornada diurna, lo cual, comparado con el año 2019 se verifico el aumento de 14 Esto se puede verificar comparando los niveles de tendencia central para las estaciones F019 y F020, los cuales arrojaron diferencias de niveles de 10.8 dB y 2.9 dB respectivamente en relación a los resultados de ruido ambiental.

5.1.10.4.7.3 *Área de influencia de la localidad de Engativá*

En la localidad de Engativá se encuentran ubicadas siete (7) estaciones de monitoreo (EMRI), las cuales hacen cobertura a los niveles de ruido ambientales generados por todas las fuentes sonoras existentes, además, del registro de los niveles de ruido aeronáuticos los cuales se generan, únicamente, por la actividad aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado.

LOCALIDAD DE ENGATIVÁ		
AÑO	**% LD**	**% LN**
2017	100.0	71.4
2018	85.7	42.9

2019	85.7	42.9
2020	85.7	57.1

Tabla 5.1.10.4.78-43. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Localidad de Engativá)

- En la tabla 5.1.10.4.78-45, se puede observar un patrón similar al hallado para la localidad de Fontibón, en cuestión a la disminución de la cantidad de estaciones que, según las medidas de tendencia central anuales, han presentado una diferencia mayor a 2.9 dB entre el ruido global o ambiental y el aporte de ruido generado por la operación aérea del aeródromo de estudio.

- Se puede observar una disminución del 14.3% para el año 2020 respecto al año 2017 en la jornada diurna. Si bien esto indica que, la relación entre el ruido ambiental y aeronáutico presenta niveles de ruido bastantes cercanos. También se puede determinar que la relación entre el ruido ambiental y aeronáutico mantienen márgenes entre 3.3 dB (F018) y 12.6 dB (F028) como se puede observar en las ilustraciones 81 y 82.

- En la jornada nocturna se puede analizar una dinámica de reducción de la diferencia entre los niveles de ruido ambiental y aeronáutico entre los años 2017 y 2019, pasando del 71.4% hasta los 42.9% respectivamente. Sin embargo, durante el tiempo de estudio de 2019 y 2020, el porcentaje de diferencia aumento hasta los 57.1%. Esto se debe a que, la estación F033 ubicada a una distancia de 1.7 km de la cabecera 31R, presento una diferencia de 3.2 dB para el año 2020, mientras que, en el año 2019 la diferencia calculada fue de 1.9 dB.

5.1.10.4.7.4 *Área de influencia del municipio de Funza*

En el municipio de Funza-Cundinamarca se encuentras posicionadas seis (6) estaciones de monitoreo de ruido, las cuales están distribuidas entre las áreas urbanas, rurales e industriales del municipio. Por consiguiente, el análisis de ruido entre las tipologías ambientales y aeronáuticas arrojo los siguientes resultados.

MUNICIPIO DE FUNZA		
AÑO	**% LD**	**% LN**
2017	100.0	33.3
2018	50.0	50.0
2019	83.3	33.3
2020	83.3	33.3

Tabla 5.1.10.4.78-44. Porcentaje de EMRI´S con diferencia de -3dB (Municipio de Funza-Cundinamarca)

- Para la jornada diurna se calcularon los niveles de tendencia central anuales, tanto de ruido ambiental como aeronáutico, arrojando una disminución del 50% en la cantidad de estaciones que registraron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB entre el ruido ambiental y aeronáutico para los años de 2017 a 2018. No obstante, en los

dos periodos de tiempo posteriores (2019-2020), aumento la cantidad de estaciones que presentaron una diferencia mayor a los 2.9 dB. Lo cual indico, que las estaciones F004 y F029 registraron diferencias entre 3.1 dB (F029-2019) y 5.6 (F020-2020) aumentando la cantidad de estaciones que presentaron estas características en los niveles de ruido.

- Para la jornada nocturna se pudo observar que, la cantidad de estaciones que presentaron una diferencia mayor o igual a 2.9 dB entre el ruido ambiental y aeronáutico, presento el porcentaje más alto en el año 2018 con un 50%, lo cual hace referencia a, solo tres (3) de las seis (6) estaciones ubicadas en el municipio de Funza presentaron una diferencia relevante entre los niveles de ruido globales y aeronáuticos. Por otro lado, para los periodos 2017, 2019 y lo corrido del 2020, el porcentaje de estaciones fue del 33.3%, lo indica que, solo dos (2) de las seis (6) estaciones ubicadas en el municipio presentaron una diferencia de niveles entre las dos tipologías de ruido mayor a igual a 2.9 dB.

5.1.10.5 Vibraciones

Para la medición de vibraciones estructurales, según lo establece la normativa DIN 4150 se recomienda usar sensores de velocidad debido a su respuesta a bajas frecuencias. La unidad de medida preferiblemente es la velocidad r.m.s. en [mm/s] o [in/s], es aconsejable usar un transductor apropiado para medir la cantidad requerida directamente, evitando el proceso de integración o diferenciación.

El rango de frecuencia a ser analizado depende del contenido espectral de la excitación y de la respuesta mecánica de la estructura, pero generalmente se enfatiza en el rango de 1 Hz – 500 Hz para medición estableciendo la mínima tasa de muestreo requerida de 1000 muestras/segundo. Por otro lado, la evaluación de los efectos de vibraciones en estructuras se realiza en el rango de 1 Hz – 80 Hz (según DIN 4150-3) ya que las edificaciones son más sensibles a las bajas frecuencias. En términos generales, la tasa de muestreo debe equivaler a cinco (5) veces la frecuencia de interés (analizada).

El ruido de fondo es definido como la sumatoria de todas las señales que no hacen parte del fenómeno bajo investigación. Generalmente, la relación señal-ruido no debe ser inferior a 5 dB

5.1.10.5.1 Puntos de mediciones

Para las locaciones definidas para el estudio de vibraciones, en el proceso de selección, se estudiaron diferentes características geográficas de los puntos de estudio en función de la configuración operacional actual del Aeropuerto Internacional El Dorado – SKBO. Esto significa que, durante las fechas estipuladas para las mediciones, las operaciones aéreas se desarrollaron, en más del 90%, en la pista norte del aeródromo, la cual colinda con la Localidad de Engativá.

Por tal motivo, se tiene en cuenta que la operación aérea que se desarrolla sobre esta pista, a lo largo de las 24 horas del día, se ejecuta en diferentes direcciones en función de los

horarios de restricción establecidos para la Resolución 1034 del 2015 y sus correspondientes ventanas de operación en el tiempo de análisis. Estableciendo así una operación en las franjas horarias de la siguiente manera: De 00:00 a 6:00 hay operación encontrada sobrevolando las caberas 13L y 13R en dirección al municipio de Funza, para el horario de 6:01 hasta 23:59 la operación se realiza de la siguiente manera: decolajes en sentido occidente – oriente sobrevolando la ciudad de Bogotá y aterrizajes en sentido occidente – oriente sobrevolando la zona rural del municipio de Funza.

Esto permite inferir que, la certeza de los datos medidos para el estudio de vibraciones se basa en la distancia de los posibles receptores a las vibraciones producidas por la operación aérea y la fuente que estaría generando este fenómeno físico. Por tal motivo, se localizaron tres (3) puntos de medición ubicados a los costados de la pista norte en los siguientes puntos de referencia: El primero a 360 metros de la zona de aterrizaje de la cabecera 13L, en el barrio Mirador de la localidad de Engativá, el segundo se encuentra a una distancia de 210 metros de la zona central de pista norte y colindante con el barrio San Antonio de la misma localidad y el tercer punto de medición sobre el costado de la pista se localizó en el barrio Viña del Mar a 290 metros de la zona de aterrizaje de la cabecera 31R, como se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 5-113. Puntos de medición de vibración al costado de pista.
Fuente: Google Earth

Concerniente a cubrir el Área de Influencia Directa de la pista norte sobre el costado de la pista, se localizaron cuatro (4) puntos de medición ubicados dentro del cono de aproximación con las siguientes especificaciones geográficas: el punto de medición más cercano a la zona de aterrizaje de la cabecera 31R se ubica en la misma locación de la estación EMRI 33 de la red de monitoreo del SVCA con una distancia de 1,8 km. Además, este punto se ubica bajo la guía de trayectoria de las operaciones aéreas, lo cual permite un monitoreo preciso de los posibles eventos físicos (ruido y vibraciones) que sucedan en tierra y bajo el AID.

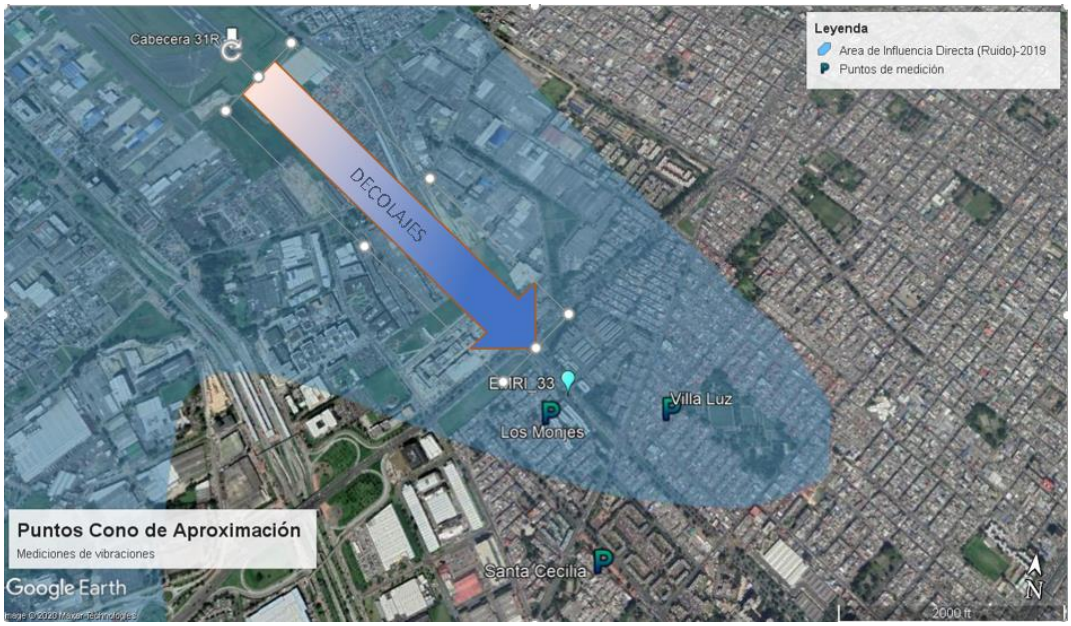


Ilustración 5-114. Puntos de medición de vibracion en el cono de aproximación.
Fuente: Google Earth

Cabe aclarar que las construcciones establecidas dentro de los límites entre la Avenida El Dorado y la calle 63 en sentido sur - norte y entre la Avenida Ciudad de Cali y la carrera 96 en sentido oriente – occidente, está destinado para un uso de suelo de tipo industrial, muestra de ello es la locación de instituciones como: Secretaria de Movilidad Patios de Transito Álamos, Parque Empresarial El Dorado, Mayekawa Mycom, Quick, Teleperformance, Carvajal S.A, Centro de Atención al Solicitante, entre otros. Por tal motivo, las primeras zonas residenciales se encuentran en dirección oriente pasando la Avenida Ciudad de Cali y en sentido norte después de la calle 63.

Si bien las trayectorias de las operaciones aéreas se desarrollan en la misma dirección, estas pueden presentar diferencias de distancias entre cada operación. Razón por la cual se localizaron tres (3) puntos adicionales de medición cerca de la zona para verificar el comportamiento vibratorio y de ruido producto de la operación aérea. Estos puntos fueron ubicados en los siguientes barrios: Monjes, Villa Luz y Santa Cecilia, esta última estando fuera del AID del Aeropuerto Internacional El Dorado.

5.1.10.5.2 Posicionamiento de equipos de medición

En cada uno de los puntos de medición se instalaron dos (2) tipos diferentes de equipos de medición y monitoreo, por un lado, un sonómetro en el área superior y al aire libre de cada punto, de esta forma obtener el comportamiento frecuencial, temporal y de amplitud del comportamiento de ruido ambiental. Por otro lado, dos acelerómetros, ubicados al interior de las edificaciones, con la finalidad de monitorear las vibraciones en las áreas de residencia y lugares de mayor sensibilidad. De esta forma, poder correlacionar los resultados obtenidos por medio de los acelerómetros en función de la frecuencia con los datos de ruido, así poder analizar desde todas las perspectivas la incidencia de las vibraciones y su posible fuente. Por tal motivo, a continuación, se especifica el procedimiento de medición para ambos aspectos.

5.1.10.5.2.1 Ruido

Se deberá instalar en la planta más alta de la edificación (terraza), un sonómetro debidamente calibrado con las especificaciones técnicas establecidas para la medición de ruido ambiental.

- Ubicación del sonómetro a una distancia mínima de 2 metros de cualquier superficie reflejante (paredes, vidrios, espejos, etc)
- Posicionamiento del micrófono o transductor de medición a una distancia mínima de 4 metros del nivel del suelo.
- El micrófono o transductor deberá contar con pantalla anti viento y calibración antes y después de la medición.
- Se deberá configurar el sonómetro para la medición en todos los perfiles temporales y frecuenciales, es decir:
  Configuración temporal: Slow, fast, impulse.
  Configuración frecuencial: A, C, lineal.
- Se medirá un periodo aproximado de 24 horas en cada puto de medición.

Ilustración 5-115. Instalación de equipo de medición de ruido-vibraciones EIA.
Fuente: Elaboración propia del estudio

5.1.10.5.2.2 Vibraciones

Para este estudio se contó con dos (2) acelerómetros Orion de referencia 01 dB, los cuales se posicionaron al interior de cada construcción de evaluación teniendo en cuenta los siguientes parámetros de medición.

- El punto principal de medición debe ser localizado en un punto de entrada (transmisión) de la vibración.

- Se recomienda el posicionamiento de los transductores teniendo en cuanta la dirección y ubicación de la fuente de estudio (para este caso las pistas del aeródromo donde las aeronaves aterrizan o despegan y desarrollan el respectivo carreteo, adicional a las aeronaves en el momento de ejecutar los procedimientos aéreos).

- Con el fin de evaluar el efecto de las vibraciones en estructuras, los transductores para las tres direcciones ortogonales (x, y, z) de medición se colocarán juntos en la planta alta de la estructura a investigar, ya sea en la cimentación de la pared exterior, en la propia pared exterior (o en un hueco de la pared), los componentes estructurales de los pisos y cualquier otro componente que pueda verse afectado por vibraciones (por ejemplo, suelos, paredes, etc.).

5.1.10.5.2.2.1 Orientación de los transductores

Existen ciertas consideraciones importantes dependiendo de la vía de transmisión de las vibraciones:

- Para medición de vibración transmitida por tierra, es usual orientar los sensores horizontales a lo largo de la dirección definida como la línea que une la fuente y el sensor. Al estudiar la respuesta estructural a la vibración del suelo, es más realista orientar estos sensores horizontales a lo largo del eje mayor y menor de la estructura.

- Para la vibración inducida por el viento, los componentes de movimiento vertical a menudo son omitidos y los transductores de vibración deben ser orientados para registrar movimientos horizontales y rotatorios.

5.1.10.5.2.2.2 Direcciones de medición

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones al ubicar el transductor en la estructura a evaluar:

- Medir la vibración que experimenta la estructura con referencia a un sistema de coordenadas cartesianas que tenga un eje vertical “z” y dos ejes horizontales “x” e “y”, ortogonales entre sí.
- Los ejes horizontales deben ser paralelos al eje principal del edificio.
- El eje “x” debe apuntar en la dirección de la fuente de vibración.
- Una de las direcciones de medición debe ser paralela a una pared lateral del edificio.

Esta configuración permite el monitoreo de las vibraciones trasmitidas por el aire hacia la primera superficie vertical de contacto. Es decir; si la trayectoria de la aeronave pasa al frente de la ventana (como se observa en la imagen), la primera superficie que tiene contacto con el ruido y las posibles vibraciones es la pared vertical con la cual está haciendo contacto el equipo Orion.

Ilustración 5-116. Posicionamiento principal del equipo Orion.
Fuente: Elaboración propia del estudio

La posición secundaria permite el monitoreo de las vibraciones trasmitidas por el suelo o aire hacia la estructura en el punto central del recinto o un punto específico de interés. En caso de que la ubicación del equipo Orion se elija en el área central de recinto se deberá ubicar en la mitad de la superficie plana del último piso de la estructura, en donde las diagonales entre esquinas se junten, tal como se puede observar en la siguiente ilustración.

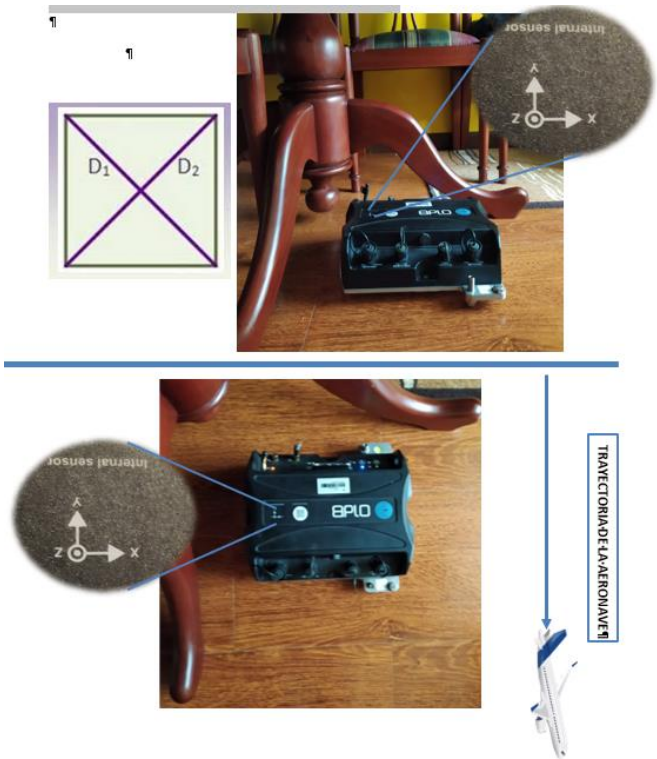


Ilustración 5-117. Posicionamiento secundario del equipo Orion.
Fuente: Elaboración propia del estudio

5.1.10.5.2.2.3 Duración de la medición

El tiempo de medición depende de la categoría del evento de vibración y de los intervalos de tiempo de referencia, observación y medición. El período de medición debe ser seleccionado de manera que los efectos de la vibración estén incluidos (identificando los resultados de mediciones que describan condiciones atípicas). La duración depende de la regularidad de ocurrencia temporal de las vibraciones y puede ser más corto que el período de observación.

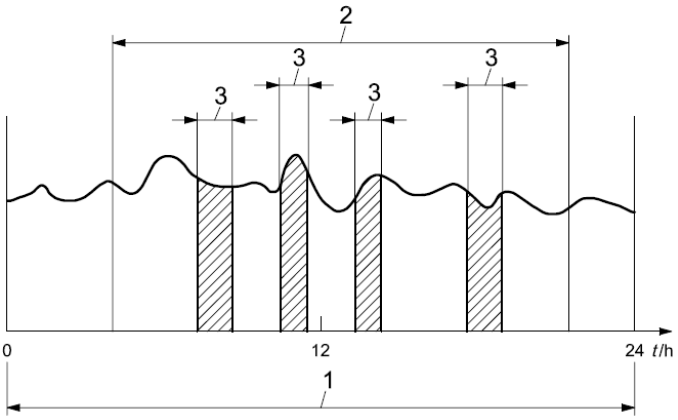


Ilustración 5-118. Intervalos de tiempo
Fuente: ISO 4866:2010

t: tiempo
1: intervalo de referencia
2: intervalo de observación
3: intervalo de medición

Por tal motivo, para el estudio de vibraciones, el tiempo de medición en cada punto se definió con base en la configuración operacional del aeródromo y, por consiguiente, a los horarios de cada operación. De esta manera se determina que el tiempo de duración de cada evento aeronáutico no supera, en promedio, 60 segundos de duración sobre el Área de Influencia Directa para el fenómeno de ruido aeronáutico. Sin embargo, por medio de este estudio se obtienen los resultados en función de las vibraciones, con la finalidad de conocer si estas se prologan en el tiempo o suceden en el mismo rango temporal y espectral de los eventos de ruido.

No obstante, en cada uno de los puntos se obtuvo una duración promedio de 24 horas de medición. Esto permite registrar las diferentes operaciones aéreas que se ejecutan a lo largo de la jornada diurna y nocturna, alcanzando una ventana de medición y operación óptima para el registro de los eventos vibratorios y de ruido. La categoría de los eventos vibratorios (posiblemente asociados a la operación aérea) se catalogó para eventos cíclicos, estableciendo así que el fenómeno de ruido y vibraciones de los eventos aeronáuticos no ocurre de manera continua en el tiempo ni lugar; al contrario, los eventos se realizan de manera intermitente, implementando tiempos de separación entre cada operación aérea de mínimo 5 minutos. Por tal motivo, los posibles eventos vibratorios producto de la operación aérea no ocurrirían de manera continua, sino de manera cíclica o intermitente.

5.1.10.5.3 Condiciones operacionales de medición

Las mediciones de vibraciones dentro del Área de Influencia Directa se realizaron durante los días del 27 de agosto de 2020 hasta el 3 de septiembre del 2020, identificando siete (7) puntos de estudio de los cuales, cuatro puntos (4) se ubicaron bajo el cono de sobrevuelo de la cabecera 31R, además, de tres (3) puntos que se distribuyeron a lo largo del costado de la pista norte, desde la carrera 104 hasta la carrera 121. Los equipos de medición se ubicaron en construcciones con fines residenciales, sin embargo, adyacente a estos se encuentran zonas no residenciales como: centros institucionales y comerciales, vías principales de concurrencia de vehículos pesados y livianos, zonas industriales, entre otras. Por tal motivo, cada uno de los puntos de medición está bajo la influencia de ruido por tráfico terrestre y aéreo, y fuentes de ruido puntuales generados por industria, construcciones, entre otras. En cuanto a las fuentes de vibración de mayor relevancia, se encontraron vibraciones producidas por: maquinaria de construcción, tránsito de vehículos pesados y livianos y zonas industriales con posible maquinaria pesada.

5.1.10.5.4 Proceso de medición

a) Revisar la condición física del sensor.
b) Garantizar que la señal de interés no tenga afectación o interferencia de fuentes adicionales.
c) Determinar el número de transductores y su posicionamiento.
d) Identificar la fuente de vibración con respecto a la edificación a medir.
e) Orientar el transductor en la dirección de excitación y posicionarlo en el punto en el que se espera la mayor vibración (punto central)
f) Garantizar una relación señal-ruido de 5 dB
g) Elegir el método de montaje apropiado (acoplando el sensor a superficies duras y estables, preferiblemente en la cimentación, base o centro de la pared de mampostería)
h) Realizar la medición a menos de 0,5 m del suelo cuando no sea posible realizarla en terreno
i) Llevar a cabo mediciones en los tres (3) ejes ortogonales (x, y, z) para cada punto de medición
j) Se debe procurar realizar el montaje con una base a fin de garantizar la firmeza y mejor acople
k) Garantizar que el sistema de medición (sensor + accesorios de montaje) no representen más del 1% de la masa total de la estructura a la cual se esté acoplando para medir.
l) Evitar mediciones en pisos con revestimientos flexibles
m) Determinar períodos de medición satisfactorios que representen el fenómeno vibratorio (es preferible que la duración de la medición sea múltiplo de 30 por la ventana de ciclos para evaluación). Se puede guiar de los tiempos establecidos en la Tabla 7.
n) Inspeccionar visualmente la condición de la estructura y reportarla.

- **Evaluación de los niveles de vibración medidos en estructuras**

Este criterio de evaluación está enfocado en los efectos que tiene la vibración a nivel estructural en las edificaciones. Existen diferentes normas y estándares internacionales que presentan valores máximos permisibles de vibración según el tipo de edificación.

En general, los criterios que definen los umbrales de vibración que puedan causar daño estructural dependen no sólo de la carga dinámica, sino que también están sujetos a la carga estructural, características de los materiales, características dinámicas, la amplitud de la excitación y la frecuencia. Se suelen trabajar los parámetros de aceleración y velocidad de partícula a la hora de evaluar daños en sistemas estructurales. Sin embargo, el concepto de daño es relativo dado que puede involucrar desde la generación de micro fisuras (daño cosmético) hasta la aparición de grietas que puedan generar algún tipo de falla.

En lo que a Colombia respecta, existe un código de construcción, pero es difícil estandarizar las características de los materiales y de los procesos constructivos (especialmente en viviendas de tipo informal). El estudio específico de daños por vibración en una edificación en particular requeriría de evaluaciones detalladas que van desde la caracterización del suelo y los materiales usados en la construcción, hasta la evaluación de las cargas dinámicas puntuales. No obstante, la normativa y los estándares internacionales han establecido valores indicativos límite de velocidad y aceleración de las partículas del suelo (asociadas con vibraciones) por encima de los cuales es probable que se generen daños visibles en los elementos de una estructura. También cabe aclarar que las condiciones socioeconómicas y las normativas de cada país están directamente asociadas con los límites de vibraciones establecidos (una vivienda en un país desarrollado por lo general tendrá un comportamiento mecánico diferente al de una vivienda construida en un país en vía de desarrollo).

En conclusión, a pesar de servir como ayuda para evaluar los daños en edificaciones por vibraciones, los estudios hechos en Colombia están basados en los valores guías de normativa internacional donde las características estructurales y los procesos constructivos son distintos. Esto puede hacer que la evaluación llegue a ser imprecisa o inexacta.

5.1.10.5.5 DIN 4150-3: 1999 Efecto de las vibraciones en estructuras

El estudio de vibraciones realizado está basado en esta normativa (DIN 4150) en cumplimiento de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos, solicitados por el ente regulatorio de los mismos, es decir, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Esta norma alemana de vibración estructural evalúa la serviciabilidad de las edificaciones debido a los efectos de vibración incidente. Los niveles máximos absolutos de velocidad de vibración guías (sin ponderación) dependen del tipo de duración de los eventos (de larga duración o de corta duración), del tipo de estructura (clasificación) y de la frecuencia (para eventos de corta duración).

Tabla 45. Valores guía de velocidad de vibración para eventos de corta duración.

Ítem	Tipo de estructura	Valores guías de velocidad [mm/s]			
		Vibración en la fundación en el rango de frecuencia			Vibración en el plano horizontal del piso más alto, a todas las frecuencias
		1 Hz - 10 Hz	10 Hz - 50 Hz	50 Hz - 100 Hz	
1	Edificaciones utilizadas con fines comerciales, edificaciones industriales y de diseño similar	20	20 a 40	40 a 50	40
2	Viviendas y edificaciones de diseño y/o de ocupación similar	5	5 a 15	15 a 20	15
3	Estructuras que debido a su particular sensibilidad a la vibración, no pueden ser clasificadas en los ítems 1 o 2 y que son de gran valor intrínseco (preservación)	3	3 a 8	8 a 10	8

Fuente: DIN 4150-3:1999

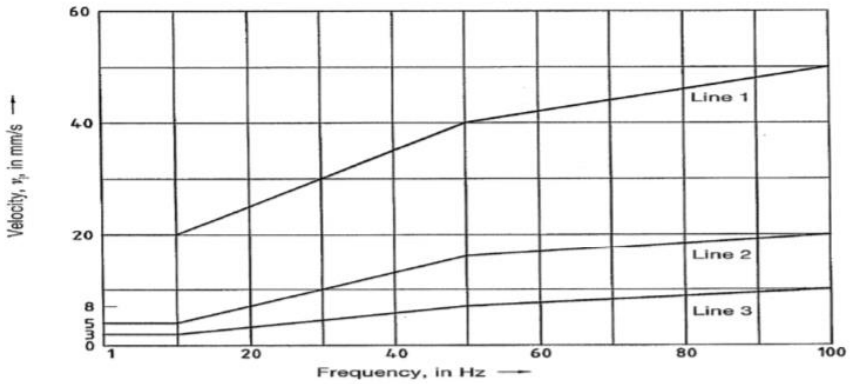


Ilustración 5-119. Curvas de valores guías de velocidad máxima de vibración en la cimentación para eventos de corta duración.
Fuente: DIN 4150-3:1999

Por tal motivo, se expondrá uno a uno los eventos vibratorios que superaron los valores guías de velocidad (mm/s) en función del rango frecuencial y estipulados en la normativa de análisis. Además, se presentará el reporte fotográfico, reporte cosmético, eventos notorios y su correspondiente análisis para cada uno de los puntos de medición.

5.1.10.5.6 ANÁLISIS AERONÁUTICO DE FENOMENOS VIBRATORIOS

En este apartado se presenta el análisis teórico de los fenómenos físicos que se desarrollan a partir de las operaciones aéreas ejecutadas en el Aeropuerto Internacional El Dorado, explicando los fenómenos correspondientes a la estela turbulenta, vórtices de punta de ala y estela turbulenta producto de los gases de escape. Si bien el ruido es un fenómeno referente a la presión sonora, estos niveles se encuentran en el rango audible del ser humano y no representan un nivel de potencia acústica considerable en magnitud que pueda generar algún tipo de vibración estructural.

No obstante, cada operación aérea produce una estela turbulenta asociada al flujo de aire que expulsan las aeronaves por medio de las turbinas y una vez en el aire, también es generada y aumentada por las alas de las mismas. Debido a este fenómeno aeronáutico, se verifican las velocidades del flujo de aire, la dispersión en relación con la distancia y la duración del fenómeno.

5.1.10.5.6.1 Estela turbulenta

Es la turbulencia o perturbación en la atmósfera que se genera por el vuelo de una aeronave a partir de varios componentes de esta. Dentro de la estela turbulenta, los componentes más importantes y que mayor aportan a la generación de los vórtices son las puntas de las alas y la estela de los gases de escape de los motores a reacción[25]. En la ilustración 5-10, se muestra un Boeing 747 del cual la NASA, mediante experimentos, visualizó la estela turbulenta generada por la aeronave.

Ilustración 5-120. Estela turbulenta creada por el jumbo jet 747.
Fuente: (NASA, 2020)

5.1.10.5.6.2 Vórtices de punta de ala

Se generarán a partir de la creación de un diferencial de presión sobre la superficie del ala que genera la fuerza de sustentación. La presión más baja ocurre sobre la superficie superior del ala y la presión más alta debajo del ala, Este diferencial de presión desencadena el enrollamiento del flujo de aire en la punta del ala, lo que resulta en masas de aire arremolinadas que se arrastran hacia atrás de las puntas del ala. Una vez completado el enrollado, la estela consta de dos vórtices cilíndricos que giran en sentido contrario como se muestra en la ilustración 5-11. El vórtice de estela se forma con la mayor parte de la energía se concentrada a unos pocos pies del núcleo del vórtice.[26]

[25] NASA. (16 de 09 de 2020). *NASA*. Obtenido de Dryden Flight Research Center: https://www.nasa.gov/centers/dryden/about/Organizations/Technology/Facts/TF-2004-14-DFRC.htm

[26] Federal Aviation Administration. (16 de 09 de 2020). *Federal Aviation Administration*. Obtenido de Sectión 4. Wake Turbulence: https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap7_section_4.html

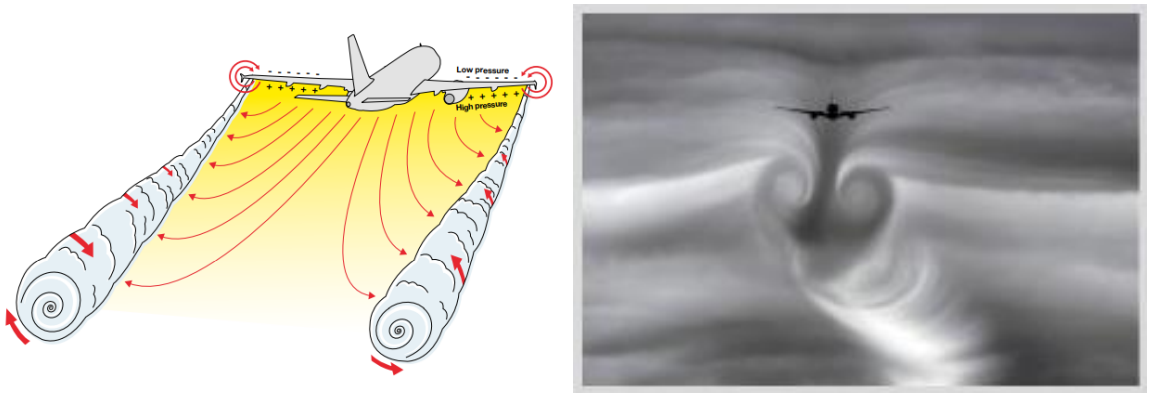


Ilustración 5-121. Vórtices de punta de ala.
Fuente: (Lelaie, 2016)

Un avión genera vórtices desde el momento en que realiza la rotación en el despegue hasta el aterrizaje, ya que los vórtices que se arrastran son un subproducto de la elevación del ala. La intensidad de los vórtices y el tiempo para disiparse dependen de factores como el peso, el tamaño y la velocidad del avión, así como de las condiciones atmosféricas predominantes. La intensidad de la estela turbulenta generada por los vórtices de punta de ala disminuye a medida que pasa el tiempo, durando entre 2 a 3 minutos, además de descender a una velocidad de aproximadamente a 400 pies /min como se muestra en la ilustración 5-12. Las estelas también son transportadas por el viento.

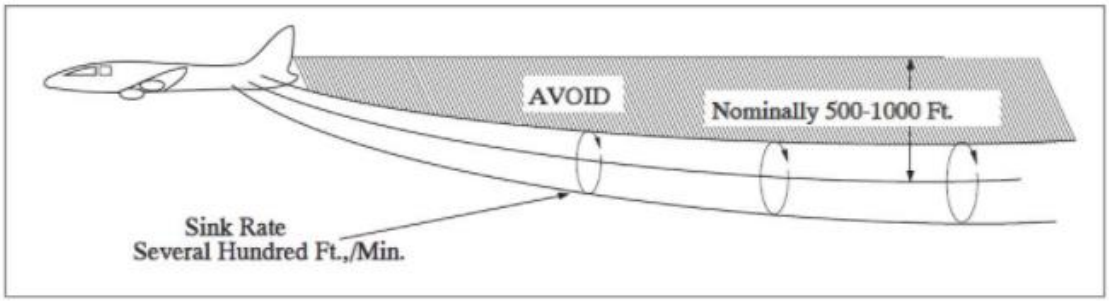


Ilustración 5-122. Campo de flujo de vórtice.
Fuente: (Federal Aviation Administration, 2020)

5.1.10.5.6.3 Estela turbulenta producto de los gases de escape

Los aviones están equipados con motores capaces de generar altas cantidades de fuerza de empuje, los cuales permiten el despegue, vuelo y aterrizaje seguros en una alta gama de condiciones de temperatura, altitudes, pesos, tamaño y carga útil. Los motores más usados por la aviación moderna son los de reacción, capaces de generar en niveles de empuje nominal estelas de escape con velocidades que pueden llegar a los 325 nudo o 603 km/h, inmediatamente detrás de la tobera de escape del motor.[27]

[27] Boeing. (1999). Engine thrust hazards. *Aeromagazine No 06*.

Ilustración 5-123. Estele producida por los gases de escape de un motor a reacción.
Fuente:https://www.reddit.com/r/aviation/comments/15vtb8/breathtaking_photo_of_a_b1b_lancer_in_its_jetwash/

El campo de flujo de escape se extiende hacia atrás, en un cono de rápida expansión, donde los componentes de la velocidad de escape disminuyen al aumentar la distancia de la aeronave. En la ilustración 5-14, se aprecia las líneas de corriente de la estela del chorro de los gases de escape que van desde 375 mi/h para las líneas de corriente interna hasta de 25 mi/h para las líneas de corriente externa, cada línea de corriente sucesiva representa un cambio de velocidad de 70 mi/h. El eje de la imagen que mide la distancia está en pies.

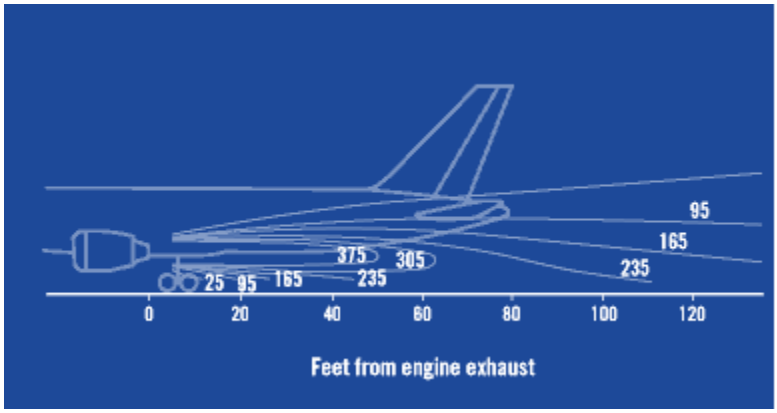


Ilustración 5-124. Estela de escape del motor de empuje máximo de despegue.
Fuente: (Boeing, 1999)

La ilustración 5-15 muestra el contorno de velocidades de una simulación de los gases de escape de un jet y cómo estas varían a medida que se alejan del motor, donde la velocidad de salida justo después de la tobera es de 100 m/s y a 220 metros después de la tobera la velocidad es de 8 m/s, las coordenadas de los ejes se encuentran en metros. La aeronave modelo del estudio es el Tupolev-154, aeronave comercial trimotor con un diseño similar al

Boeing 727. Es estudio simula el comportamiento de los gases al momento de realizar el procedimiento de despegue.[28]

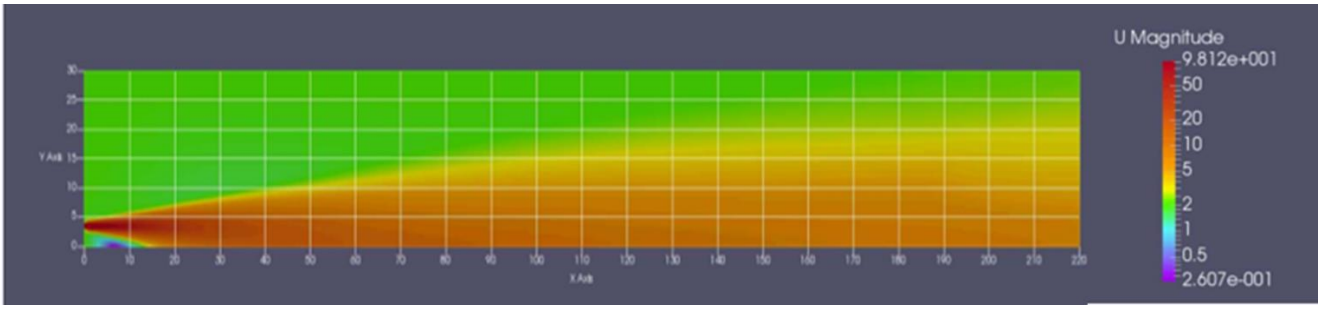


Ilustración 5-125. Contorno de velocidad de los gases de escape en sentido de la corriente del viento.
Fuente: (Synylo, Krupko, Zaporzhets, & Makarenko, 2020)

Con el fin de poder visualizar el cono de expansión de los gases de escape la ilustración 5-16 muestra la simulación de la dispersión del óxido de nitrógeno durante la fase de despegue y que representa la mayor parte de los gases de escape no deseados producto de la combustión. Este modelo de dispersión fue hecho con los datos del motor CFM56-3C-1 utilizado comúnmente en el Boeing 737, los ejes de la imagen se encuentran en metros.[29]

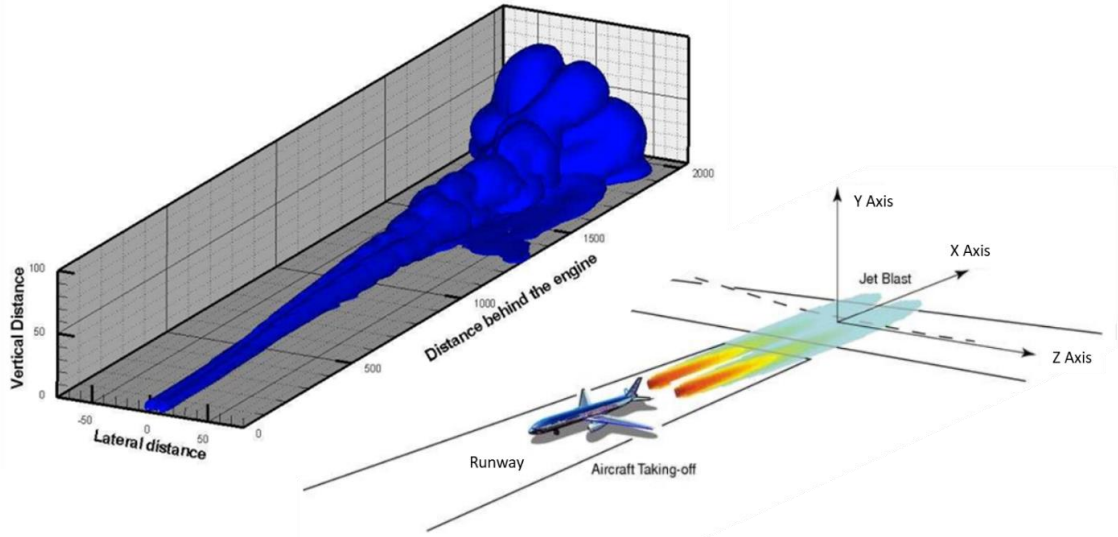


Ilustración 5-126. Concentración de NOx después de 42 segundo con dos motores.
Fuente: (Aloysius, Pearce, & Luiz., 2007)

[28] Aloysius, S., Pearce, D., & Luiz., W. (2007). ALAQS - Comparison of CFD and LagrangianDispersión Methods - Simple Scenario during Take-off. London, United Kingdom : European Organisation for the Safety of Air EUROCONTROL.

[29] Synylo, K., Krupko, A., Zaporzhets, O., & Makarenko, R. (Marzo de 2020). CDF simulation of exhuast gases jet from aircraft engine. Kyiv, Ukraine: ScienceDirect.

5.1.10.5.7 RESULTADOS DE ESTUDIO

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan en este apartado. Para cada uno de los puntos de control se clasificaron los resultados obtenidos; a fin de poder realizar el análisis diferencial para los eventos vibratorios con una posible incidencia de operaciones aéreas y lo eventos que no tiene ninguna relación. Por tal motivo, en cada uno de los análisis respectivos, se presenta los valores de: velocidad de partícula para cada evento, dinámica de la amplitud respecto al tiempo y el análisis frecuencial y temporal de ruido. A partir de los datos medidos y el reporte total de operaciones, categorizadas por: tipo de aeronave, dirección de trayectorias, fechas, horas de operación y diferentes descriptores acústicos, se complementa el análisis estadístico que relaciona cada evento aeronáutico con posible incidencia de vibraciones con el total de operaciones de ese mismo modelo de aeronave durante el tiempo de medición para cada locación.

5.1.10.5.7.1 EMRI 33

Las mediciones de ruido y vibraciones desarrolladas en este punto se ajustaron teniendo en cuenta la dirección de ubicación del aeródromo y la dirección de las trayectorias de cada operación aérea. Por tal motivo, se ubicó el equipo de medición principal en la superficie de impacto o de choque de ruido aeronáutico como se puede observar en la ilustración inferior izquierda. Cabe aclarar, que la estación de medición de ruido EMRI 33, esta enlazada al sistema de detección de ruido por aeronave, lo cual permite relacionar los datos de la operación aérea exacta que sobrevoló el área.

Sin embargo, también se ubicó el equipo secundario de medición de vibraciones en la superficie perpendicular para, de esta forma, obtener los posibles datos de vibraciones que se lleguen a transmitir en otras superficies o en otro punto de interés lejano a la superficie de contacto con los fenómenos acústicos o vibratorios.

Ilustración 5-127. Medición de vibraciones en el punto EMRI 33.
Fuente: Elaboración propia del estudio

Por medio de la evaluación de la normativa DIN 4150-3, se presentaron cinco (5) eventos vibratorios dentro del periodo de medición de 24 horas. Los eventos registrados presentan un rango de velocidad de partícula entre 9 mm/s y 24 mm/s en las frecuencias de 1.56 Hz y 1.95 Hz. Estos resultados serán comparados y correlacionados respecto a las operacionales aéreas y el comportamiento acústico, no obstante, los sonómetros clase I de alta precisión con los que se realizaron las respectivas mediciones, presentan un rango de medición entre 6.3 Hz y 20 KHz.

Por otro lado, en la siguiente gráfica se presentan los eventos vibratorios que superaron el límite máximo de velocidad de partícula definido para vivienda y/o edificaciones de diseño y ocupación similar. Los puntos verdes ubicados dentro del grafico representan los eventos vibratorios medidos sobre el eje y.

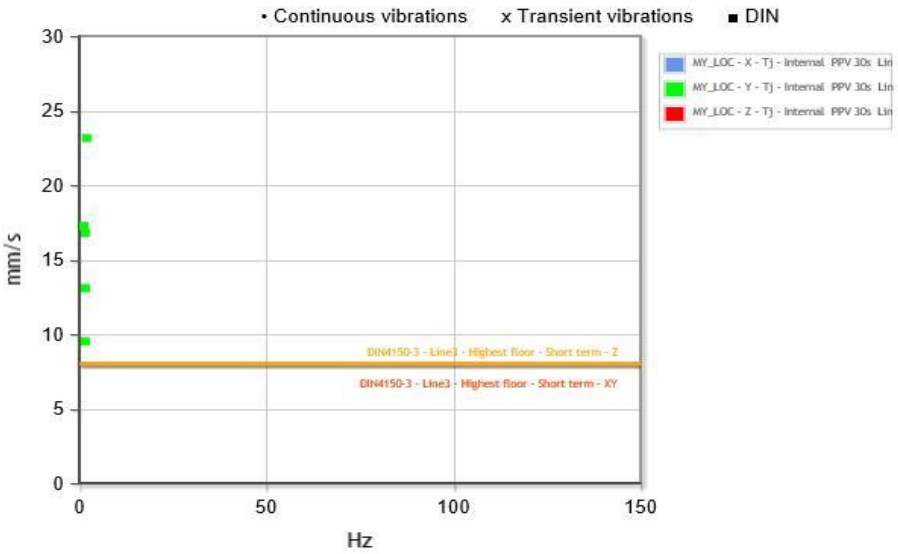


Ilustración 5-128. Eventos vibratorios superiores al límite de PPV.
Fuente: Elaboración propia del estudio

El siguiente apartado describe los resultados de los eventos vibratorios que no presentaron una correlación con alguna operación aérea, teniendo en cuenta que para definir la posible incidencia de alguna operación aérea con las vibraciones registradas, estas deben estar registradas en el SVCA[30] como un evento aeronáutico en un rango inferior a 5 minutos desde la hora de captura del fenómeno vibratorio. También se tiene en cuenta una incertidumbre temporal, producto de la sincronización de los equipos de captura de datos y el tiempo de la posible transmisión de las ondas sonoras y subterráneas al punto de medición.

A. EVENTOS NO AERONÁUTICOS

Los eventos vibratorios que no presentaron alguna correlación con eventos aeronáuticos dentro de los tiempos establecidos, presentaron magnitudes de velocidad de partícula entre 9.6 mm/s y 23.2 mm /s en frecuencias entre 1.56 Hz y 1.95 Hz, estos eventos se registraron en el eje Y, el cual corresponde al eje transversal del equipo Orión (10153) respecto a la superficie de contacto.

Tabla 46. Tabla de datos de eventos no aeronáuticos – EMRI 33

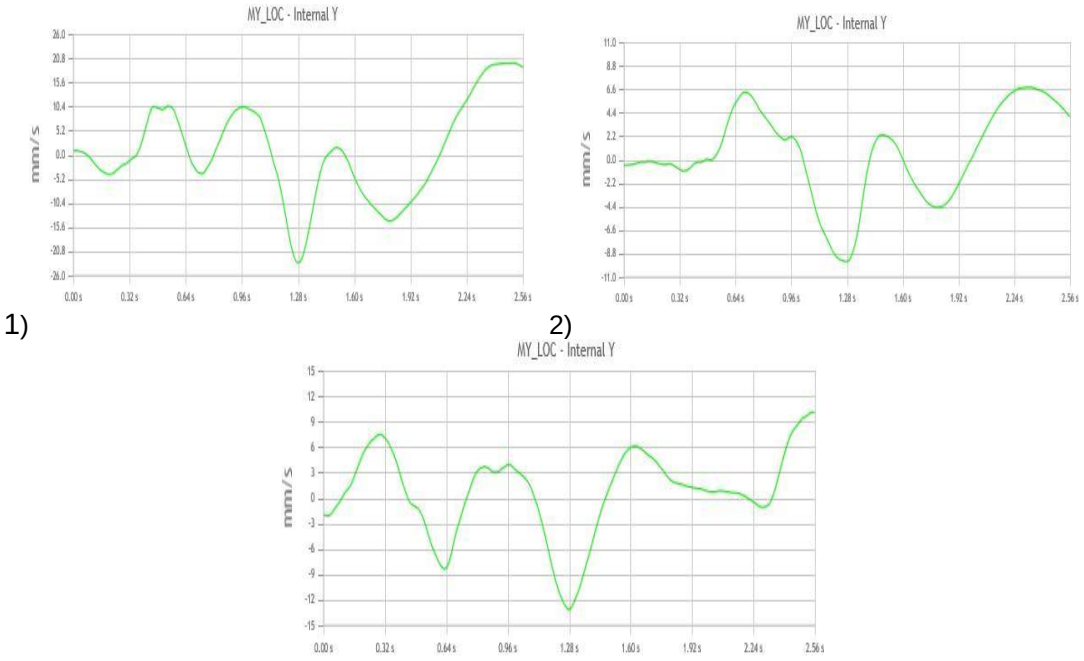
Indicador de Eventos	Apariciones	Max PPV	Hora Max	PPVx	FDx	PPVy	FDy	PPVz	FDz
1	27/08/2020 11:27	23.16	11:27:45:735	0.07	-	23.16	1.95	0.21	-
2	28/08/2020 4:59	9.5	4:59:28:568	0.09	-	9.5	1.56	0.11	-
3	28/08/2020 6:23	13.09	6:23:51:629	0.06	-	13.09	1.56	0.09	-

[30] SVCA – Sistema de Vigilancia y Control Ambiental. UAEAC-2020

Fuente: Elaboración propia del estudio

En la tabla 66 se pueden observar los resultados correspondientes a las velocidades de partícula medidas para cada evento vibratorio en cada uno de los ejes de evaluación, lo cuales son: PPVx, PPVy y PPVz. Además, se verifica la frecuencia fundamental de la excitación para cada uno de los eventos de vibración. Por tal motivo, se puede verificar que las velocidades de partícula medidas en los ejes X y Z se encuentran entre los 0.06 mm/s y 0.21 mm/s. De lo cual se puede inferir que, las magnitudes medidas en tales ejes corresponden a fenómenos vibratorios de baja relevancia y sin presencia de alguna frecuencia fundamental de excitación en el sistema.

No obstante, en la ilustración 5-19, se presenta el comportamiento de la velocidad pico de partícula respecto al tiempo. Cada uno de los indicadores de evento se presenta con su respectiva referencia en la gráfica correspondiente, esto con la finalidad de comparar las características de cada evento, tales como: amplitud, cantidad de crestas, numero de periodos, pico máximo, entre otros. Por tal motivo, se logró identificar que, la amplitud máxima y pico máximo de velocidad de partícula se alcanzaron en el segundo 1.28 s de los eventos vibratorios, esto permite inferir que, la fuente generadora de la vibración presenta la mayor cantidad de energía transmitida en la mitad del tiempo de duración de los eventos vibratorios no correlacionados con eventos aeronáuticos.



1) 2)

3)

Ilustración 5-129. Vibración del evento EMRI_33 11:24 Horas
Fuente: Elaboración propia del estudio

No obstante, un factor común entre la relación de la velocidad de partícula y el tiempo se encuentra después del último nodo, donde se observa que la amplitud aumenta de forma significativa en función del tiempo. Si bien, la primera mitad del tiempo de los eventos no presenta dinámicas similares entre sí, la frecuencia fundamental de los fenómenos vibratorios coincide significativamente. Razón por la cual se verifico el comportamiento

acústico en el instante de tiempo de los eventos vibratorios, esto con la finalidad de comparar el análisis frecuencial de los eventos de estudio.

Observaciones

En lo que a Colombia respecta, existe un código de construcción, pero es difícil estandarizar las características de los materiales y de los procesos constructivos (especialmente en viviendas de tipo informal). El estudio específico de daños por vibración en una edificación en particular requeriría de evaluaciones detalladas que van desde la caracterización del suelo y los materiales usados en la construcción, hasta la evaluación de las cargas dinámicas puntuales. No obstante, la normativa y los estándares internacionales han establecido valores indicativos límite de velocidad y aceleración de las partículas del suelo (asociadas con vibraciones) por encima de los cuales es probable que se generen daños visibles en los elementos de una estructura. También cabe aclarar que las condiciones socioeconómicas y las normativas de cada país están directamente asociadas con los límites de vibraciones establecidos (una vivienda en un país desarrollado por lo general tendrá un comportamiento mecánico diferente al de una vivienda construida en un país en vía de desarrollo). En conclusión, a pesar de servir como ayuda para evaluar los daños en edificaciones por vibraciones, los estudios hechos en Colombia están basados en los valores guías de normativa internacional donde las características estructurales y los procesos constructivos son distintos. Esto puede hacer que la evaluación llegue a ser imprecisa o inexacta.

La principal observación se basa en las posiciones de los acelerómetros, ya que solo en la posición colindante con la superficie de contacto y el evento sonoro coincidente con la dirección de la trayectoria de la aeronave, se registraron los posibles eventos vibratorios con incidencia de las operaciones aéreas. No obstante, se definen como posibles eventos con incidencia de operación aérea, ya que en todos los puntos de medición se tiene presencia de otras fuentes de vibración como los son: zonas industriales, construcciones y avenidas principales, teniendo en cuenta que las dinámicas de movilidad terrestre no restringen el paso de vehículos pesados por las calles o carreras de la ciudad de Bogotá D.C. Esto permite inferir, que para tener una mayor certeza de los eventos vibratorios se requeriría de un análisis más prologado y riguroso.

Los monjes fue el punto en el que se registraron la mayor cantidad de eventos vibratorios sin incidencia de la operación aérea. Se pudo verificar por medio del registro fotográfico varias anomalías en cuanto al estado de la construcción, donde se pudo detallar anomalías como: humedad, desniveles de las superficies verticales y en la fundación de la construcción, grietas, entre otras. Se puede observar en los respectivos espectrogramas la influencia de fuentes de tipo tonal e impulsivo ajenas a la operación aéreas. Esto se define principalmente, por la ausencia de relación entre las amplitudes alcanzadas por los niveles de ruido aeronáutico emitidos por las posibles aeronaves incidentes en los eventos vibratorios, las frecuencias y amplitudes de velocidad pico de partícula y los tiempos de emisión de diversas fuentes sonoras a lo largo de cada evento vibratorio. Esto se puede identificar de forma clara en los resultados de los puntos de medición: Los Monjes y El Mirador.

SI bien se registraron eventos vibratorios al mismo que tiempo que se registraron operaciones aéreas, estas no podrían ser generadas por los niveles de potencia acústica

que emita cada aeronave, principalmente por la relación de distancias entre la fuente generadora de ruido y el receptor, esto permite que la energía acústica sea distribuida omnidireccionalmente disminuyendo significativamente la amplitud de niveles de presión sonora en el punto receptor. No obstante, podría existir una interacción entre los flujos de aire definidos para cada modelo de aeronave teniendo en cuenta que entre más pequeña sea la aeronave menor dimensiones tendrá la estela turbulenta que se genere. Esta interacción depende de factores como: distancia entre la fuente y el receptor, temperatura, densidad del aire, entre otras, no obstante, no se indica que los eventos vibratorios sean generados por las aeronaves, debido a la incidencia de otras fuentes de vibración ajenas al aeródromo o las aeronaves, como se confirma en los resultados de comparación entre los modelos de aeronave. Como se observan en la tabla 70, los modelos de aeronave más robustos con mayor cantidad de motores, tamaño de envergadura, etc, y que también operaron en el rango de tiempo de las mediciones, no registraron eventos vibratorios con posible incidencia de estos modelos. Esto permite inferir, que es poco probable que los modelos de aeronave más pequeños y con características más livianas generen algún fenómeno físico que produzca una vibración en tierra.

Por último, se registró un total de 46 eventos vibratorios en todos los puntos de medición de los cuales solo 7 se correlacionaron con una posible incidencia de operaciones aéreas, definiendo un rango de 5 minutos de análisis desde la hora en la cual se registró el evento vibratorio. Teniendo en cuenta que, la cantidad promedio de operaciones aéreas entre los días del 27 de agosto al 31 de agosto fue de 100 operaciones diarias y para los primeros días del mes de septiembre se aumentó a casi 200 operaciones aéreas diarias. Esto permite inferir que, dentro de todas las operaciones aéreas desarrolladas en el Aeropuerto Internacional El Dorado, el 99% de los eventos desarrollados sobre la pista norte del aeródromo no presentaron ningún de tipo de incidencia relacionada con los eventos vibratorios detectados en el periodo de tiempo del presente estudio.

5.2 MEDIO BIÓTICO.

Un sistema aeroportuario bien estructurado contempla todos los aspectos significativos que tienen injerencia sobre él, desde su construcción, operación hasta su actualización. De esta forma, y siguiendo los lineamientos dispuestos por la Autoridad Ambiental, el presente capitulo expone en detalle el componente biótico de influencia en el proyecto de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado, teniendo como punto de partida los conceptos previos a la concepción de la terminal y posteriores. En esta ocasión el medio biótico del presente estudio es un consolidado de información secundaria tomada a partir de los planes, programas y proyectos desarrollados por la Aeronáutica Civil, el operador del Aeropuerto El Dorado y las firmas consultoras de estos dos entes.

5.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA BIÓTICA.

Si bien el medio biótico a través del tiempo ha sido intervenido mayormente por los grandes asentamientos poblacionales, alrededor de la terminal aún persisten ecosistemas naturales con influencia directa del aeropuerto. El área de influencia biótica del proyecto está dada considerando los ecosistemas terrestres, acuáticos y ecosistemas estratégicos.

El Aeropuerto Internacional El dorado consta de 966.14 hectáreas, donde se encuentran zonas verdes como áreas inundables, barreras anti-ruido y zonas de seguridad entre otras.

Estas zonas verdes son de vital importancia dentro del aeropuerto, ya que en ellas habita una gran cantidad de fauna, principalmente aves. Sumado a esto en los alrededores de la terminal se encuentran diversos ecosistemas de flora y fauna que se definen a continuación.

5.2.2 ECOSISTEMAS.

El área en que se desarrollara el proyecto corresponde a una zona altamente antropizada en donde se localizan las instalaciones del Aeropuerto Internacional El Dorado y subestructuras anexas a la terminal. A pesar de los cambios sufridos a través del tiempo debido mayormente al crecimiento de la población de la ciudad de Bogotá y sus alrededores, los ecosistemas presentes en la zona de influencia del aeropuerto mantienen especies de flora y fauna nativas y otras tantas introducidas.

5.2.2.1 Ecosistemas terrestres.

Los ecosistemas terrestres son definidos como aquellos que se encuentran solo en la tierra, no presentan cuerpos de agua. Los seres bióticos o vivos que se encuentran en un ecosistema incluyen varias formas de vida, como la flora y la fauna. En este apartado se evalúan por separado cada uno de los que están presentes en el área de influencia del proyecto.

5.2.2.1.1 Flora

La flora del área de influencia del Aeropuerto Internacional Eldorado es analizada y caracterizada a partir de los documentos de “Inventario Forestal” desarrollado por la firma INCOPLAN S.A. y datos complementarios del “Programa de Gestión de Riesgos para el Control del Peligro Aviario y Fauna” desarrollado por el operador de la terminal OPAIN S.A. bajo contratos suscritos con la Aeronáutica Civil.

Zonas de Vida

Las zonas de vida son consideradas como un grupo de asociaciones relacionadas entre sí mediante los siguientes factores: temperatura, precipitación y humedad. Tales factores dejan un sello característico en cada zona de vida, sin importar que estas comprendan un grupo diverso de asociaciones (Espinel, 1978). Para el caso específico del área de estudio, predomina la formación de Bosque Andino Bajo (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2000), que corresponde al “Bosque seco montano bajo” según Holdrige (Espinel, 1978).

Se localizada entre 2.500 y 2.800 msnm, con temperaturas medias anuales entre 12 y 14°C, precipitaciones entre 600 y 1200 mm, presenta variaciones microclimáticas de acuerdo a los pisos altitudinales de las cordilleras. La vegetación primaria de esta formación ha sido alterada completamente. En la actualidad se observan muy pocas asociaciones de árboles y muchas áreas de cultivos (Terán Novoa, 2009).

Provincia biogeográfica

Las provincias biogeográficas se definen como territorios extensos que poseen un gran número de especies y algunos géneros endémicos. Además, presenta grupos afines de vegetación propios o exclusivos, así como peculiares y característicos patrones de zonación altitudinal de la vegetación. Para Colombia existen diversos tipos de clasificaciones en lo que a unidades biogeográficas respecta, sin embargo, para este estudio se utilizó la clasificación que distribuye a Colombia en 9 provincias biogeográficas y 99 distritos siendo esta clasificación bastante detallada y específica (Hernández, Hurtado, Ortiz, & Walschburger, 1992).

De esta manera el área donde se desarrolla el proyecto, se encuentra ubicada dentro de la provincia Norandina, conformada por la gran Cordillera de los Andes que recorre Suramérica en su segmento Norte, con un relieve dominado por montañas y valles intercordilleranos (Ilustración 5-1). Según el carácter andino la zona se denomina tierras altas de las montañas, donde predominan la vegetación arbustiva y herbácea de los Paramos, así como enclaves de vegetación seca altoandina y de vegetación semiárida subandina (Hernández, Hurtado, Ortiz, & Walschburger, 1992).

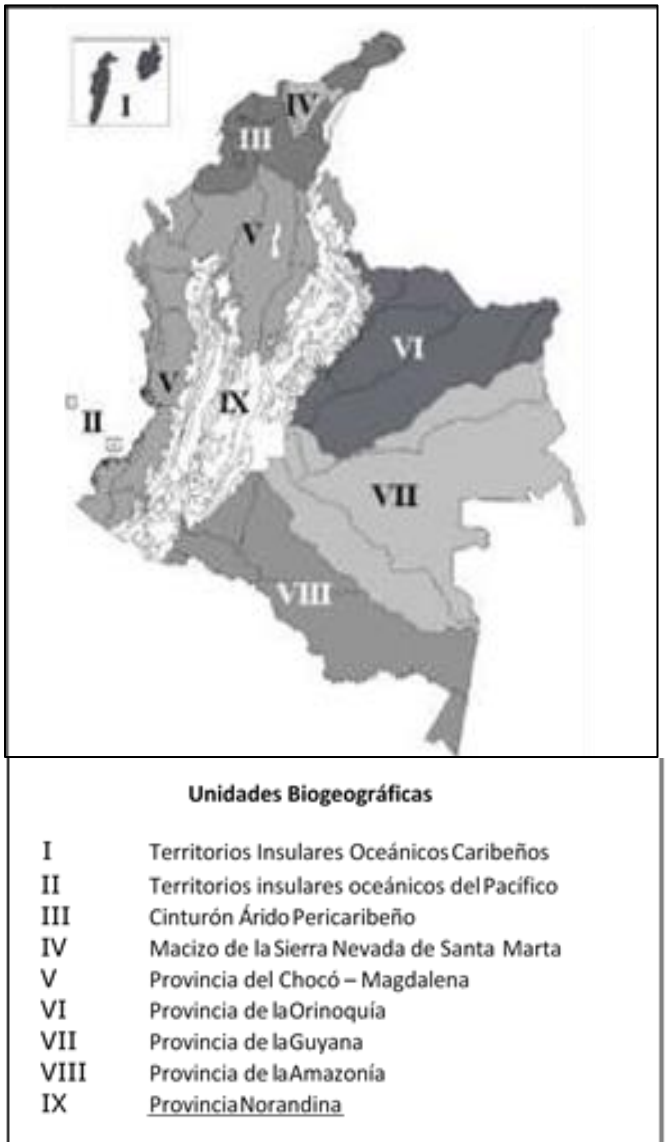


Ilustración 5-130. Provincias biogeográficas de Colombia.
Fuente: HERNÁNDEZ, HURTADO, ORTIZ, & WALSCHBURGER, 1992.

Unidades de cobertura y uso actual del suelo

La identificación de las unidades de coberturas de la tierra, permite entre otros aspectos, entender cuál es el uso actual que tiene la zona y su interacción en este caso con el proyecto existente, así como determinar los impactos que puede ocasionar a las diferentes coberturas, la operación normal del terminal aéreo. La determinación de las coberturas vegetales se realizó a través de un proceso de fotointerpretación, conforme a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

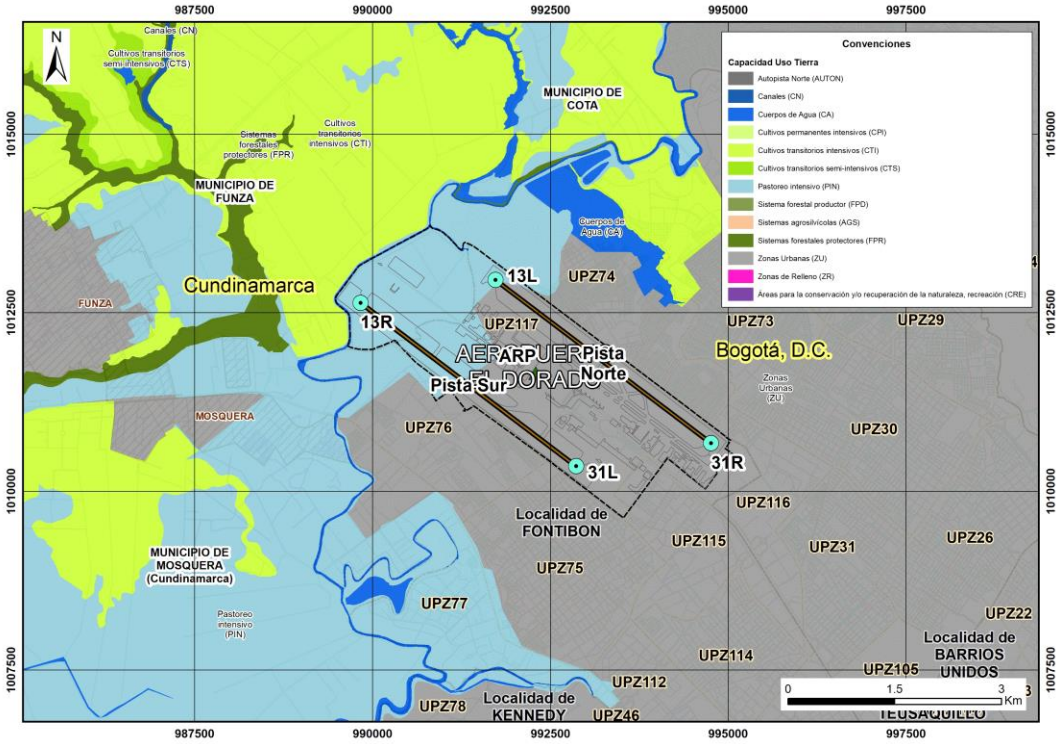


Ilustración 5-131. Capacidad uso de tierra.
Fuente: Aerocivil

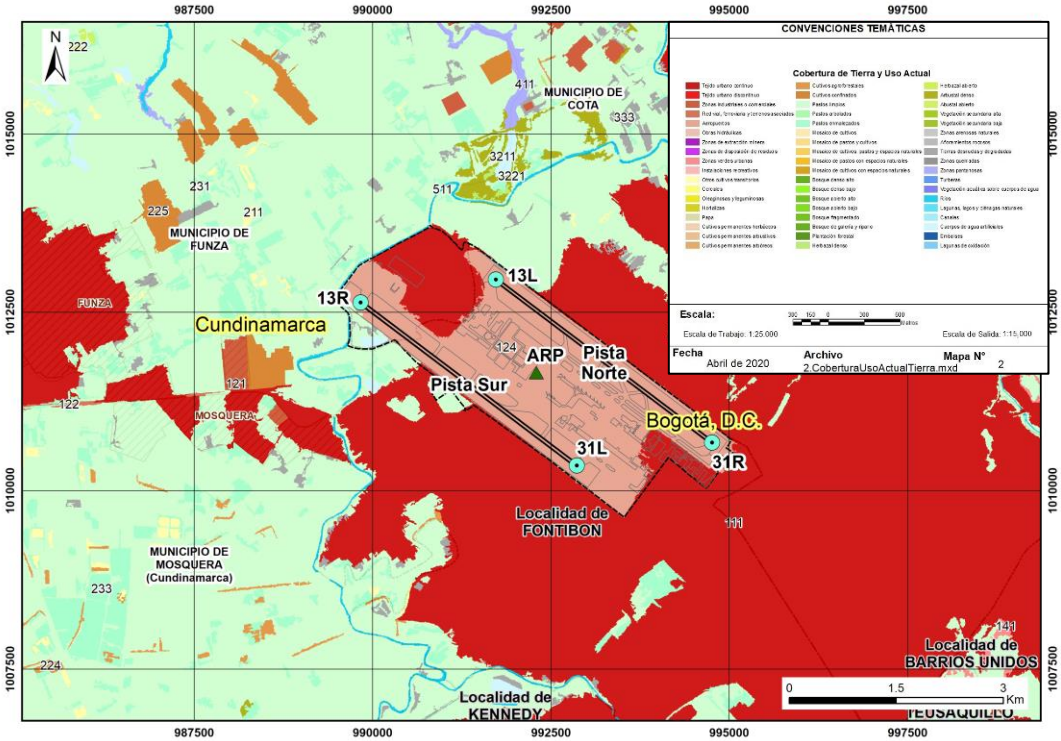


Ilustración 5-132. Cobertura uso actual de tierra.
Fuente: Aerocivil

El suelo sobre el área de influencia del proyecto cuenta con una combinación de usos repartidos entre Zonas Urbanas (ZU) en el sector oriental y Cultivos Transitorios Intensivos (CTI) y Pastoreo Intensivo (PIN) sobre el costado occidental de la terminal.

De las unidades de cobertura de tierra identificadas en el área de influencia del proyecto claramente se logró establecer que el área, se encuentra dominada por territorios artificializados, seguido de los territorios agrícolas. Específicamente siendo más representativa la cobertura de Aeropuerto con infraestructura asociada.

Inventario Forestal

El inventario forestal abarca el Área de Influencia directa AID del Aeropuerto Internacional Eldorado, delimitada por la curva isófona de 65dBA LDN (contorno azul) como se muestra en la siguiente ilustración, el estudio se focalizo en los siguientes sectores: JN: Jarillón norte (verde), JS: Jarillón sur (azul claro), PO: Piscinas de oxidación (morado), BG: Bosque de las golondrinas (rojo) y BA: bosque de acacias (naranja). (Ver Ilustración 5-133).

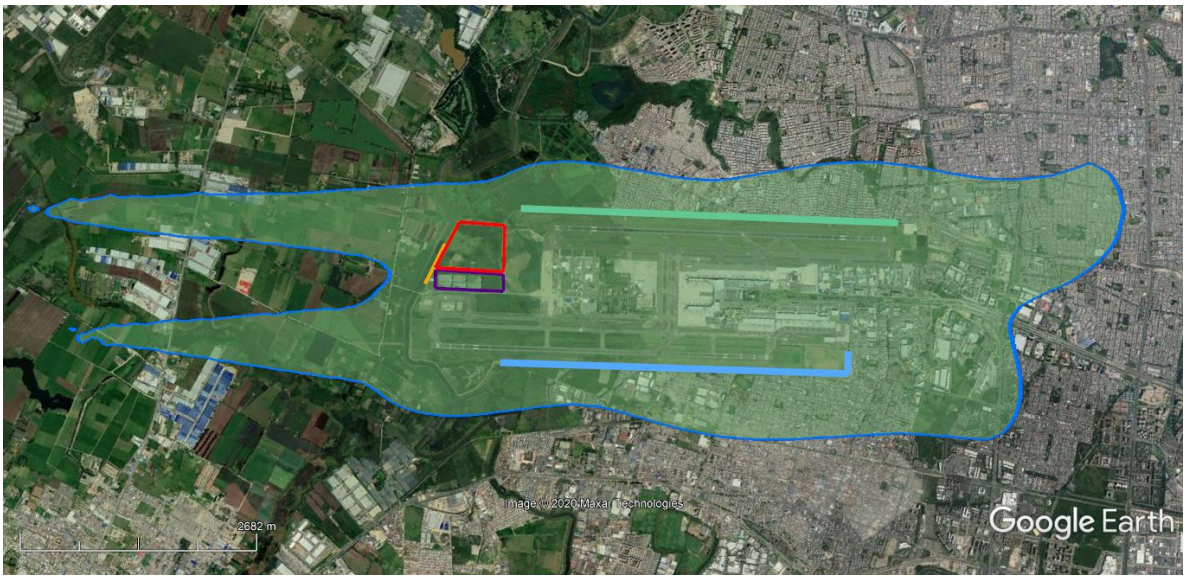


Ilustración 5-133. Localización de áreas objeto de inventario AID.
Fuente: Adaptado INCOPLAN S.A. 2019.

El punto de partida es el Inventario Forestal desarrollado en el año 2019. La verificación y recopilación de la información del estado fitosanitario y número de individuos, se adelantó por cada individuo arbóreo y/o arbustivo tomando los siguientes datos:

- Número inventario anterior año 2017 (cuando exista)
- Número Inventario actual año 2019
- Georreferenciación
- Información dasométrica (Diámetro y altura)
- Estado físico y sanitario de copa, fuste y raíz.
- Concepto técnico.

El Inventario Forestal comprende dos fases: en la primera fase se efectuó el registro de datos dasométricos y se adelantó la evaluación del estado físico y sanitario de los árboles y/o arbustos. En la segunda fase, se analizó la información obtenida en campo, para proponer los diferentes tratamientos silviculturales (poda, traslado, tratamiento integral, o la tala de los individuos, si se requiere).

- **Fase de campo**: Comprende el reconocimiento del sitio o lugares donde se encuentran emplazados los individuos, la marcación o numeración de los árboles o arbustos, (se realiza mediante la instalación de placas que contienen información básica como: número, fecha y logo de la Aeronáutica Civil), la georreferenciación, la identificación de la especie, y dasometría (altura total, diámetro basal y diámetro a la altura del pecho -DAP., etc), y la valoración de sus condiciones físico-sanitarias en copa, fuste y raíz, entre otras.

- **Fase de oficina**: Digitación, y análisis de datos, en el análisis se precisa si son especies nativas o introducidas, endémicas o de importancia económica, ecológica y/o cultural; el resultado final definirá el tratamiento silvicultural requerido por cada individuo (poda, bloqueo y traslado, tratamiento integral y tala).

5.2.2.2 Ecosistemas acuáticos.

5.2.2.2.1 Río Bogotá

Sobre el sector occidental del aeropuerto Eldorado se ubica un tramo del más importante componente hídrico de la ciudad, el Rio Bogotá, este afluente que a través de su cuenca cruza 47 municipios de Cundinamarca contiene una gran biodiversidad a pesar de su alto grado de contaminación.

El Río Bogotá antes de su ingreso al Distrito Capital ya presenta condiciones contaminantes por materia orgánica, nutrientes y trazas de metales pesados, no solo por descargas de curtiembres, sino por las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales, y de muchos sectores productivos ubicados en cercanías al Río Bogotá. Los afluentes de la capital aportan materia orgánica, sólidos, contaminación bacteriológica, etc., adicionalmente, se debe considerar la contaminación generada por actividades agrícolas y pastoreo cercanas a su cauce (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008).

La Corporación Autónoma Regional (CAR), la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y otros institutos han desarrollado diferentes estudios en el Río Bogotá entre los cuales se han trabajado los temas de hidrología, niveles, crecientes, calidad de agua y adecuación. Actualmente el principal proyecto que se ejecuta por parte de la CAR, es la adecuación hidráulica y recuperación ambiental del Río Bogotá.

En la siguiente ilustración se presentan los puntos de monitoreo de agua que maneja la autoridad ambiental, cercanos al aeropuerto internacional El Dorado.

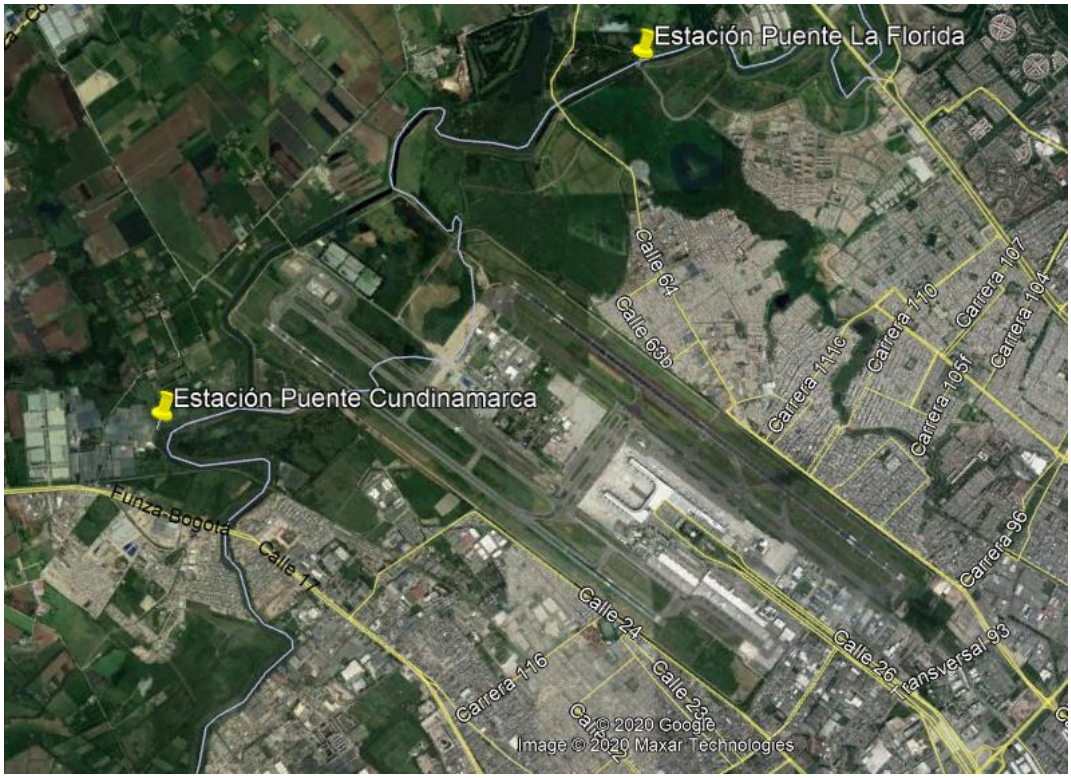


Ilustración 5-134. Ubicación puntos de monitoreo de agua de la cuenca media del Río Bogotá, en la zona del Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Ubicaci-n-Estaciones-Calidad-del-Agua-Bogot-D-C-/ket3-5t49

Asociados al Río Bogotá (en el área de influencia indirecta del proyecto) se encuentran los pantanos y lagunas de la Sabana de Bogotá y del altiplano CundiBoyacense, los cuales constituyen un importante sistema de humedales; a su vez éstos se contituyen como uno de los tres principales centros de origen de aves acuáticas de los Andes (Fjeldsa, 1985) y uno de los patrimonios naturales únicos de nuestro país.

Estos humedales han sido profundamente modificados por la acción transformadora del hombre, en donde, por ejemplo, los bosques de alisos que los rodeaban fueron talados, extensas zonas de pantanos fueron desecadas para convertirlas en tierras de labor, las aguas de las lagunas se tornaron turbias como consecuencia de los efectos de la erosión y la introducción de peces exóticos, y los pantanos asociados al Río Bogotá se encuentran severamente contaminados (Fjedsa Op. cit.).

Es importante tener en cuenta que la mayoría de humedales se localizan fuera del área de influencia directa del proyecto, por lo tanto, no se verán afectados por las actividades derivadas directamente de este.

5.2.2.2.2 Humedal Gualí – Tres Esquinas

El humedal Gualí hace parte de la cuenca del Río Bogotá, no se asocia a ninguna subcuenca ni microcuenca ya que deriva directamente del Río Bogotá. Este humedal se encuentra ubicado entre los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, cuenta con un área aproximada de 1,196 ha. El humedal Gualí es considerado un área importante para la conservación de las aves (AICA), así mismo es una zona de diversidad de fauna y constituye un refugio para algunas especies amenazadas y vulnerables. Existen más de 18 familias de aves con más de 33 especies diferentes. De la misma forma en el humedal existen especies de mamíferos, anfibios e insectos.

En el año 2014, mediante Acuerdo 001, se declaran como Distrito Regional de Manejo Integrado (DMI) los terrenos comprendidos por los humedales Gualí, Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé, y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo.

Tienen problemas de invasión de las rondas por cultivos y urbanizaciones subnormales con el consiguiente vertimiento de aguas negras, rellenos de poca magnitud, basuras y ganadería y eventual cacería de curíes y aves. Su importancia biológica radica en la extensión que asegura poblaciones animales de relativo tamaño. La permanencia de estos pantanos consolida una zona de conservación extensa de aproximadamente 100 ha incluyendo La Florida.

5.2.2.2.3 Humedal La Florida

Se divide en dos partes separadas por una carretera y por el canal del distrito de riego de La Ramada. La primera (la más cercana al Río Bogotá) hace parte del Parque Distrital La Florida, un área de recreación popular que incluye el Lago de La Florida que ha sido protegido, donde se encuentran poblaciones de aves y curíes en un mosaico de hábitats únicos; incluye espejo de agua, juncos de los géneros Scirpus sp. y Typha sp., buchón y otros tipos de vegetación flotante que ofrecen posibilidades habitacionales para la avifauna residente (por ejemplo, la Tingua (Rallus semiplumbeus), Focha (Fulica americana, Chisga (Sicalis luteola) y para algunas aves migratorias de Norteamérica como por ejemplo Ardea herodias y Porzona carolina.

La segunda parte, al otro lado de la carretera continúa al anterior como un cuerpo de agua largo y angosto hasta la altura del retén de Siberia en el cruce de la Autopista Medellín con la vía a Tenjo; por su restringido acceso a las orillas presenta condiciones similares a la anterior. Por un costado se desarrollan cultivos de flores y ganadería, y por el otro, cultivos de hortalizas (repollo) y ganadería.

5.2.2.2.4 Humedal Jaboque

El humedal Jaboque se ubica al occidente de la ciudad, en cercanías del Aeropuerto Internacional El Dorado, en la localidad de Engativá, este humedal pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenca Río Salitre, microcuenca Jaboque, cuenta con un área aproximada de 148 ha y es uno de los tres humedales más gran del Distrito Capital, aporta sus aguas al Río Bogotá. Este humedal es considerado como un área importante para la conservación de las aves (AICA) de Colombia y el mundo, debido a la presencia de aves

endémicas y/o en vías de extinción. A partir del Decreto 101 del 2015, se declaró alerta amarilla por riesgo de déficit hídrico.

En el humedal existen especies de flora exótica e invasora. Algunos de los árboles que predominan en el lugar son los Eucaliptos y las Acacias, así mismo en el cuerpo de agua hay especies de vegetación como la Hierba de Sapo, Botoncillo y Gualola, en las zonas firmes se puede hallar vegetación como el Junco y la Enea; y en zonas húmedas, vegetación flotante como el Buchón. De igual forma, se han registrado 74 especies de flora entre acuática, acuática-terrestre, terrestre, hepáticas y musgos; 60 especies arbóreas; 93 especies de zooplancton; 36 macroinvertebrados acuáticos; 212 morfoespecies de artrópodos; y 73 especies de algas plantónicas y periféricas.

En este humedal subsisten especies de aves tanto nativas como migratorias, se han identificado 653 especies aproximadamente, de las cuales 105 son vertebrados: 3 especies de mamíferos; 3 especies de reptiles; 2 especies de anfibios y 97 especies de aves, entre las cuales 7 son especies endémicas y de ellas 4 se encuentran catalogadas en alguna categoría de extinción (Rodríguez, 2013).

Los usos de suelo designados en este humedal son: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

5.2.2.2.5 Humedal Capellanía

El humedal Capellanía pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenca del Río Fucha, microcuenta Canal Cundinamarca, se ubica en la localidad de Fontibón, y cuenta con un área aproximada de 27 ha, es uno de los humedales más pequeños de la ciudad. En este humedal se encuentran diferentes tipos de especies, entre las cuales se destacan 11 especies de aves, y varias especies de mamíferos pequeños, así mismo se encuentran 27 especies de flora.

Por medio del Decreto 190 de 2004 se declara este humedal como Parque Ecológico Distrital, se designan como usos de suelo compatibles: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos y otra infraestructura ligada al manejo del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

5.2.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Al evaluar el área de influencia respecto a la presencia de ecosistemas sensibles, se encontró que, al pertenecer a un área urbana modificada, donde todas las coberturas existentes se encuentran transformadas, no se determinaron ecosistemas sensibles.

En cuanto a las áreas protegidas de orden nacional, para el área de influencia no se registran este tipo de áreas. Sin embargo, se registra un área de protección de orden regional, el Humedal Gualí. En cuanto área protegidas de orden distrital no se detectó la presencia de Santuarios de fauna y flora distritales, Reservas Forestales distritales, Parque ecológicos de Montaña. Sin embargo, se encontró que parte del área de influencia, abarca los Parques ecológicos distritales de Humedales Capellanía y Jaboque. Que acorde con su

definición corresponden espacios geográficos con alto valor escénico y/o biológico. Concebidos como espacios de preservación, restauración y aprovechamiento de sus elementos biofísico para educación ambiental y recreación pasiva.

En este orden de ideas el Parque ecológico distrital humedal Capellanía fue declarado mediante el Decreto 190 de 2004 del Plan de Ordenamiento, el área que se encuentra inmersa dentro del área de influencia del proyecto está declarada como una zona de restauración, entre los usos compatibles se encuentra el uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos y otra infraestructura ligada al manejo del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009). Lo mismo sucede con el área ocupada por el área de influencia del parque ecológico distrital Jaboque.

Entre los usos prohibidos se encuentra la introducción o trasplante de especies invasoras, urbanizaciones, lugares de asentamiento humano, industrias, utilización del agua para riego, quemas, disposición inadecuada de residuos sólidos, pastoreo vacuno y equino, actividades agrícolas, actividades de recreación activa, rellenos, vertimientos, drenajes artificiales (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

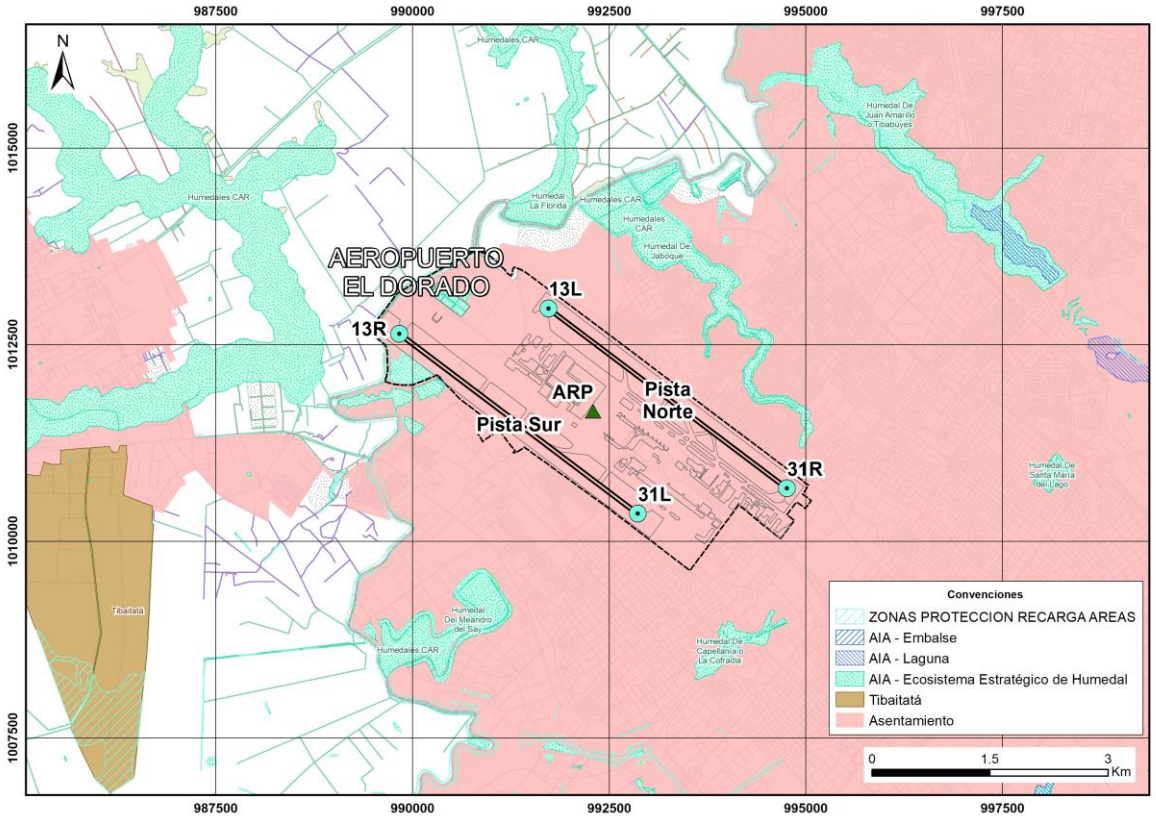


Ilustración 5-135. Ecosistemas Estratégicos.
Fuente: Aerocivil

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para poder dar paso a la presentación de este componente, es preciso señalar un hecho que ha repercutido en el accionar mundial y nacional, la llegada del virus COVID-19 o Coronavirus, el cual ha traído graves consecuencias a la salud y a todos los aspectos de la calidad de vida de los ciudadanos.

Así las cosas, la propagación de la enfermedad infecciosa llamada Coronavirus - COVID - 19, ha traído graves consecuencias a la salud, como también en los aspectos económicos, sociales, culturales y políticos, lo que cambia de manera temporal las actividades, modificando ciertos procesos para dar curso a lo proyectado; es así que el Gobierno Nacional a través del Decreto 457 del 22 de marzo de 2020[31], por el cual se imparten instrucciones en virtud de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19 y el mantenimiento del orden público.

A su vez, de conformidad con el artículo 2 de la Constitución Política, las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares. De otra parte, el Ministerio de Salud y Protección Social, mediante la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020[32], declaró la emergencia sanitaria por causa del Coronavirus COVID-19 para mitigar sus efectos.

Así las cosas, este instrumento normativo decreta lo siguiente: al aislamiento preventivo obligatorio de todas las personas habitantes de la República de Colombia, teniendo en cuenta las garantías que debe llevar esta medida en cuanto a la asistencia y prestación de servicios de salud, adquisición de bienes de primera necesidad, desplazamiento a servicios bancarios-financieros-operadores de pago, asistencia a cuidado de niños -niñas-adolescentes y personas mayores de 70 años, personas con discapacidad, labores de misiones médicas, cadenas de producción, entre otros servicios de primera necesidad.

Por otra parte, en relación con el Distrito, la Alcaldía Mayor de Bogotá generó el Decreto 087 del 16 de marzo de 2020[33], Por el cual se declara la calamidad pública con ocasión de la situación epidemiológica causada por el Coronavirus (COVID-19) en Bogotá, D.C.

En el transcurso del tiempo esta normatividad ha sido modificada en función de garantizar la protección de las personas en todos los aspectos de la vida, sin embargo, la emergencia sanitaria continua, por tanto el distanciamiento social está vigente y para ello se adoptaran otras medidas desde otros medios de comunicación que permitan la conectividad con las comunidades de las unidades territoriales menores para el cumplimiento de la recolección

[31] Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, Decreto 457 del 22 de marzo de 2020 - https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20457%20DEL%2022%20DE%20MARZO%20DE%202020.pdf

[32] Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 385 del 12 de marzo de 2020 https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%200385%20de%202020.pdf

[33] Decreto 087 del 16 marzo de 2020 Alcaldía Mayor de Bogotá https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=91310

de información primaria, como también todas aquellas dinámicas territoriales que se puedan presentar y los nuevos cambios culturales asociados a esta nueva realidad.

De otro lado, el componente socioeconómico se desarrolla teniendo en cuenta los "*Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos*" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS – 2015[34] y la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA - 2018[35], para la generación de proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos que requieran licencia ambiental de acuerdo al Decreto 1076 de 2015.

A su vez, en el artículo 49 de la Ley 99 de 1993 establece que la ejecución de proyectos, obras o actividades que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, requiere licencia ambiental.

El presente capitulo tiene como objetivo hacer una descripción del medio socioeconómico correspondiente al estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la licencia del Aeropuerto El Dorado ubicado en las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá y las veredas de la Florida, El Cacique, la Isla y el Hato del municipio Funza donde la AEROCIVIL proyecta realizar una modificación al artículo primero de la Resolución 1034 del 2015, modificadas a su vez por el artículo primero de la resolución 1567 del mismo año, en el sentido de hacer cambios en las características de los horarios de operación y cursos de vuelo así como la autorización de funcionamiento del recinto de Prueba.

El estudio toma como referencia información suministrada por los actores sociales del área de influencia del proyecto como las autoridades locales y municipales, desde sus alcaldías y oficinas de temas ambientales, de desarrollo y planeación, líderes comunitarios, presidentes de junta de acción comunal y local, organizaciones existentes en el territorio con interés en los temas aeroportuarios y las comunidades del área de influencia.
La información fue recopilada (primaria y secundaria) a través de diferentes herramientas metodológicas, donde se analizaron diferentes reportes oficiales, publicaciones y diagnósticos realizados con antelación por los equipos profesionales que trabajan en el área con las comunidades.

Se mantuvo constante comunicación por medios alternativos con las comunidades y se usaron herramientas tecnológicas para el acercamiento a los espacios de participación, aprovechando conocimientos adquiridos con anterioridad en procesos de capacitación y encuentros que lleva a cabo la entidad con algunas personas de la comunidad, viabilizando así, el uso de plataformas y medios electrónicos.

[34] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Términos de referencia para la elaboración del Estudio del Impacto Ambiental -EIA en proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos 2015 http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/comunicaciones/SIPTA/tr_2015_aeropuertos.pdf
[35]Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales 2018 http://portal.anla.gov.co/noticias/actualizada-metodologia-elaboracion-estudios-ambientales

Con relación a la información secundaria se recopilo información de fuentes oficiales, estudios reportes y publicaciones de instituciones públicas o privadas con información relevante para la caracterización del medio socioeconómico. Se consideraron documentos de ordenamiento distrital y municipal y material de entidades oficiales como el Departamento Administrativo de Estadística –DANE-, el Departamento Nacional de Planeación –DNP- y otras entidades a cargo de temas de movilidad y migración en el país.

5.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIOECONÓMICA

En el área de influencia perteneciente a Bogotá (Fontibón y Engativá), hace más de 20 años se inició el poblamiento del territorio vecino con actividades muy diversas y sin mayor correspondencia con las condiciones ideales para la vecindad de una terminal aérea. Por otro lado, en el municipio de Funza, las zonas cercanas al cono de aproximación han sido tradicionalmente agrícolas.

En este contexto la modernización del aeropuerto constituye un reto para la integración de la región Bogotá - Cundinamarca en especial de su entorno inmediato como son las localidades de, Fontibón, Engativá y el municipio de Funza. La consolidación del Aeropuerto Internacional El Dorado como fuente de desarrollo económico, que a su vez posiciona a Bogotá-Cundinamarca como una de las regiones más competitivas y atractivas de Latinoamérica, enfrenta retos económicos, sociales, culturales e institucionales que obligan a comprender este entorno (Fontibón, Engativá y Funza) y a formular acciones para mejorar la relación del mismo con el aeropuerto.

A continuación, se hace una exposición y análisis de las condiciones sociales, económicas, culturales y políticas, de la población localizada en el área de influencia, según los términos de referencia denominadas en el documento como “Unidades Territoriales Mayores a el municipio de Funza y las dos localidades Fontibón y Engativá” y “Unidades Territoriales Menores, los 28 barrios de Fontibón, 26 barrios de Engativá y 4 veredas de Funza.

Acorde al capítulo 4, Áreas de influencia del presente estudio, el área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado se obtuvo teniendo en cuenta el marco normativo nacional e internacional, para la modelación acústica de la curva de 65 dBA LDN, siendo el descriptor e indicador acústico pertinente para el proyecto y de referencia a nivel mundial en la exposición de ruido aeronáutico y con el cual se define el área de influencia de este proyecto desde el inicio de otorgación de licenciamiento ambiental.

Por consiguiente, la adaptación del área de influencia del proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., se establece consecutivamente con el contorno que define el indicador acústico LDN de los 65 dBA producto de las operaciones en aire y tierra que genera dicha terminal. Esta área se obtiene a partir de los modelos matemáticos que se realizan con el presente proyecto y que, mediante la aplicación de algoritmos de predicción sonora, se establecen los resultados de niveles de ruido georreferenciados por las dinámicas operacionales que presentaría la operación aérea evaluada en este proyecto.

Para la definición del Área de Influencia del presente proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado, se tiene en cuenta el área de

intervención del Plan de Gestión Social y acciones sostenibles dentro de la curva de 65 dBA LDN. Por lo anterior, el área de cada una de las unidades territoriales dentro del contorno de ruido se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 47 Áreas y porcentajes de las unidades territoriales en el Área de Influencia del Proyecto de modificación de licenciamiento ambiental

Unidad territorial	Área (mk2)	% dentro del AI
Área Aeropuerto	9.37	**35.80**
Localidad de Fontibón	5.85	**22.34**
Localidad de Engativá	5.78	**22.09**
Funza	5.18	**19.76**
Total	**26.17**	**100%**

Fuente: Elaboración propia del estudio - Grupo de Gestión social SVCA 2020

Para la delimitación de esta área de influencia de las localidades de Fontibón y Engativá se aclara que bajo la organización catastral se tomaron aquellas unidades territoriales reconocidas por las comunidades y con Junta de acción comunal debidamente legalizada y constituida, dentro de los marcos normativos dispuestos por las Autoridades locales.

En el caso del Municipio de Funza se tuvieron en cuenta además de la división territorial del municipio las juntas de acción comunal legalmente constituidas que se encuentran presentes en las 4 veredas y que entran dentro de la curva de los 65 dBA.

El Área de influencia “unidad territorial Mayor” de las actividades propias del Aeropuerto Internacional El Dorado para el medio socioeconómico, contempla las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá y la cabecera municipal Funza.

Tabla 48. Unidades Territoriales Mayores Del Aeropuerto Internacional El Dorado

LOCALIDADES	MUNICIPIO
FONTIBÓN	FUNZA
ENGATIVÁ	

Fuente: Elaboración propia del estudio - Grupo de Gestión social SVCA 2020

Del total de construcciones existentes en el área de influencia vecina del Aeropuerto Internacional El Dorado, el 90% corresponde a usos residenciales, de los que el 18% corresponde a usos mixtos de vivienda, en conflicto evidente con el Plan de Ordenamiento Territorial que establece usos comerciales e industriales para la zona. Para facilitar la reconversión de los usos del suelo, el mismo plan establece el tratamiento de renovación urbana como un instrumento de planeación que permite actualizar la estructura urbana a las necesidades actuales y futuras, en correspondencia con las actividades relacionadas en lo posible con el tráfico aéreo y la actividad aeroportuaria.

El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., vinculando las UPZ 74 Engativá y 116 Álamos de la localidad de Engativá, 75 Fontibón, 76 San Pablo, 77 Zona Franca, 117 Aeropuerto El Dorado, 115 Capellanía de la localidad de Fontibón, a una zona estratégica del aeropuerto que relaciona mayoritariamente el uso de suelo asociado a Industrial y/o comercial, donde zonas residenciales no son reconocidas como de reglamentación debido a la operación

estratégica del aeropuerto. (ver Ilustración 3 Modalidad de la Unidades de Planeamiento Zonal UPZ de Bogotá D.C., Capítulo 8 Evaluación).

Sin embargo, sobre las dinámicas actuales de urbanización se encuentran viviendas que en la actualidad al estar ubicadas en este territorio son receptoras de impactos que se generan en la operación. Bajo esta estructura, el área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado y que será referente para este estudio de modificación de licencia, corresponde a 5 UPZ (31 Santa Cecilia, 30 Boyacá Real, 73 Garcés Navas, 74 Engativá y 116 Álamos) de la localidad de Engativá y 5 UPZ (75 Fontibón, 76 San Pablo, 114 Modelia, 115 Capellanía, 117 Aeropuerto El Dorado) de la localidad de Fontibón (no todas las unidades territoriales de la UPZ entran en el AI); para el caso del municipio de Funza, se tendrán en cuenta 4 veredas (El Cacique, El Hato Casablanca, La Florida, La Isla).

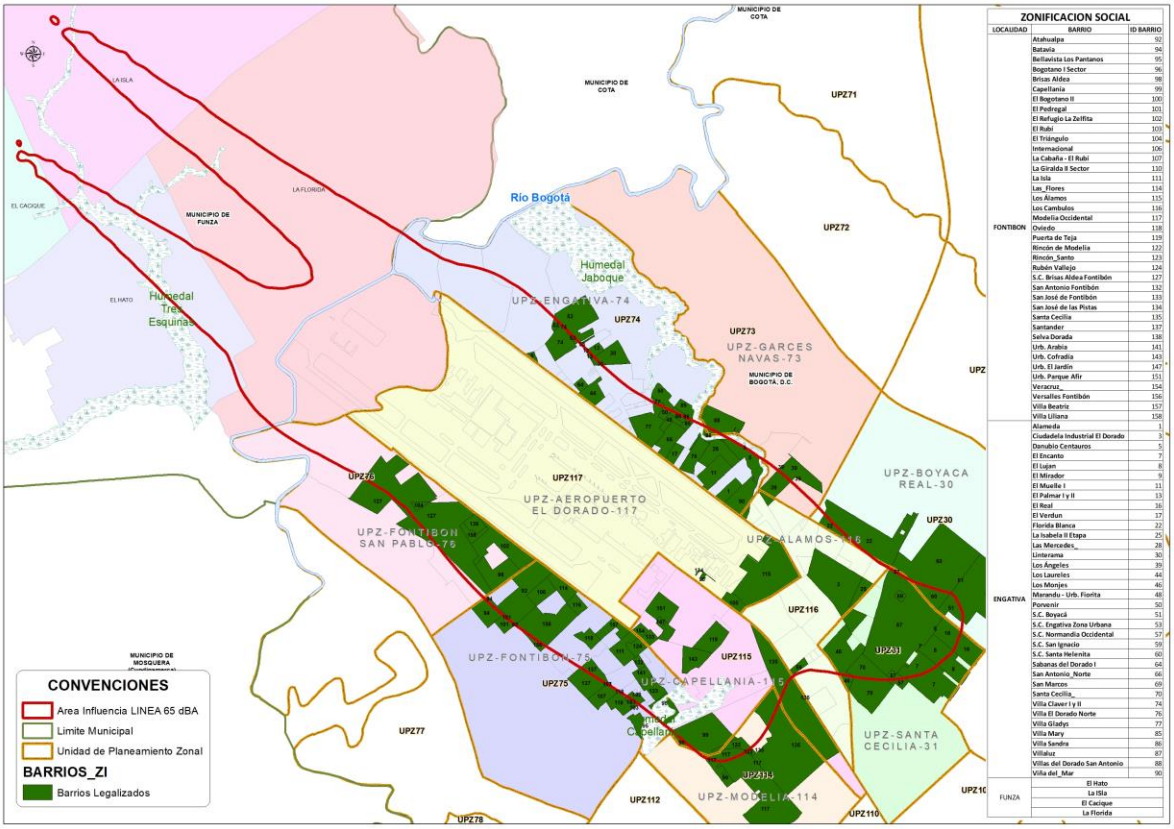
Dentro del análisis realizado se identificaron por parte de las fuentes oficiales 155 barrios, (polígonos que muestra el área de influencia en el mapa general); sin embargo, realizada la depuración, se encontraron barrios que corresponden a bodegas, parqueaderos y algunos barrios existentes que tienen su Junta de Acción Comunal constituida pero según las fuentes oficiales o no tienen un polígono que los identifique como unidad territorial menor o se encuentran unidos con otro barrio y se registran como uno solo aunque funcionen de manera independiente (La Rosita, El Refugio La Zelfita, localidad Fontibón).

La Secretaría Distrital de Planeación como ente rector en las disposiciones del uso del suelo y la reglamentación de las UPZ, para el caso del AI, las UPZ 117 Aeropuerto El Dorado, 115 Capellanía, 75 Fontibón, 76 San Pablo de la localidad de Fontibón y las UPZ 74 Engativá y 116 Álamos, UPZ ubicadas en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional El Dorado determinando su uso del suelo para actividades de industria o comercio. Para el caso de las UPZ 114 Modelia de la localidad de Fontibón y las UPZ 73 Garcés Navas, 30 Boyacá Real, 31 Santa Cecilia de la localidad de Engativá, la reglamentación del uso del suelo se está organizando para uso residencial.

Para el caso del municipio de Funza, en relación al uso del suelo, se encuentra en la disposición del Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT, mediante el Decreto Municipal No. 000140 del 13 de septiembre de 2000, que las veredas que hacen parte del área de influencia se relacionan en su mayoría a la reglamentación del uso del suelo asociado a las actividades rurales, agrícolas y ganaderas; sin embargo, se están empezando a identificar asentamientos humanos irregulares (Las Vegas, Las Amalias) que fueron caracterizados en atención al requerimiento 19 literal d), situación que debe ser de atención por los entes municipales.

A continuación, se hace presentación del mapa de identificación general del área de la influencia de las tres unidades territoriales, teniendo en cuenta los 155 polígonos por las bases oficiales y las 75 unidades territoriales menores correspondientes a los barrios que en el ejercicio de depuración y traslape se reconocieron dentro del área de influencia, del proyecto de modificación de la licencia del Aeropuerto Internacional El Dorado:

Mapa 1 Identificación general del área de influencia



Fuente: Elaboración propia Grupo de Gestión social SVCA 2021: Barrios legalizados Secretaría Distrital de Planeación – SDP última modificación – IDECA 05022021, Barrio Común D.C – 2016 Secretaría Distrital de Integración Social -SDIS con fecha de actualización 12 04 2016, Capa barrios Secretaría Distrital de Planeación - SDP 2009, capa de sectores - Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal - IDPAC 2020

En el **Mapa 1** se cuenta con toda la extensión de las localidades de Fontibón, Engativá y el municipio de Funza, con la convención de color verde se ubican las unidades territoriales menores (barrios) con la división por UPZ. En cuanto al municipio de Funza, se encuentra la división veredal del sector rural en el AI. *(ver anexo: Anexos Sociales/Caracterizacion_AI/Salidas_Graficas/AreaInfluenciaSocioeconomica), Anexos Sociales/Caracterizacion_AI/Salidas_Graficas/Datos_Area_Influencia_Socioeconomica).*

5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

En la actualidad, la biodiversidad ha obtenido un reconocimiento en la evaluación de impactos ambientales debido al bienestar y la calidad de vida que puede proporcionar a los seres humanos (MADS, 2014). Estos beneficios aportados por la biodiversidad son conocidos como servicios ecosistémicos – SSEE (MADS, 2014).

Por lo tanto, en el presente capítulo se abordarán los posibles servicios ecosistémicos en el área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado.

5.4.1 MARCO CONCEPTUAL

Se definen los servicios ecosistémicos como “aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto” (MADS, 2014).

Los servicios ecosistémicos son indispensables para la supervivencia humana, ya que incide en el bienestar de la sociedad, entendiéndose éste como la salud, la seguridad, las materias primas, las buenas relaciones sociales y la libertad de acción y elección (esquematizado en la Ilustración 5-136).

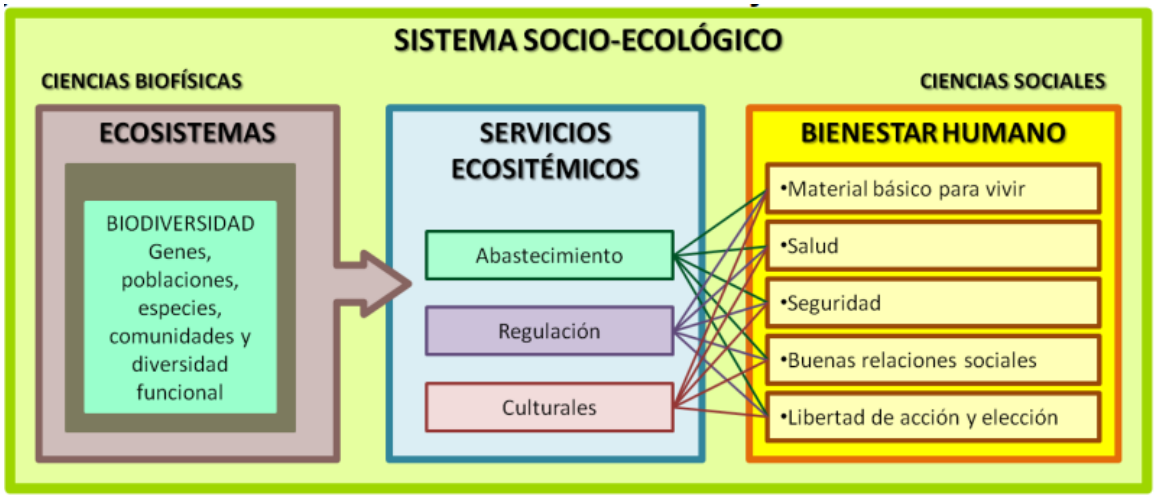


Ilustración 5-136. Servicios ecosistémicos y el bienestar humano
Fuente: **(Consorcio Sendero de las Mariposas 2017, 2019)**

Los servicios ecosistémicos cuentan con una oferta que representan la capacidad con la que cuenta un ecosistema de suministrar el servicio sin vulnerar su capacidad futura de proveerlo. La oferta de SSEE está relacionado con sus funciones, procesos, especies, por el tipo de ecosistema y su condición actual. Así pues, cualquier cambio en los componentes o funciones de los ecosistemas puede afectar su capacidad de suministrar servicios.

Todos aquellos componentes o funciones de los ecosistemas que son actualmente consumidos por las comunidades, se les considera como el uso de ese servicio ecosistémico. El uso puede ser o no ser valorado económicamente. Si la oferta del servicio supera el uso dado por la comunidad se dice que está subexplotado, en cambio si el uso excede la oferta del servicio ecosistémico se considera que está sobreexplotado.

Finalmente, la ganancia o rendimiento de algún proyecto derivado del uso de un servicio ecosistémico es el beneficio de ese servicio.

De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Mileno (MEA, 2005), existen tres grupos globales en los que se pueden asociar los SSEE: abastecimiento, regulación y culturales. En los siguientes apartados se describe cada uno de ellos.

Servicios de abastecimiento

Son los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas (MADS, 2014). A continuación, se exponen los servicios ecosistémicos de abastecimiento según (Rincón Ruiz, 2014), (MEA, 2005) y la Corporación Financiera Internacional (IFC):

I. **Suministro de agua**: consta del acceso y uso de agua para el consumo doméstico, agrícola o industrial adquirido a través de un permiso de la autoridad competente.
II. **Alimento**: corresponde a los productos de origen natural que no han requerido manipulación, domesticación o cultivo y que no se comercializan, sino que son utilizados para subsistir. Se excluyen los recursos hidrobiológicos.
III. **Madera**: abarca los productos primarios del bosque (natural y plantado), es decir, aquellos obtenidos por el aprovechamiento de la madera.
IV. **Fibras y resinas**: incluye los productos secundarios del bosque, aquellos obtenidos por medios extractivos que no impliquen tala de árboles u otras especies. No incluye partes de la especie que no requieran procesamiento como hojas o tallos.
V. **Artesanías**: producto que se elabora a mano, con implementos sencillos y de manera tradicional, con materia prima de origen natural con el fin de comercializarlo.
VI. **Biomasa**: se refiere a la provisión de leña como combustible bien sea para uso doméstico o industrial. También incluye el carbón vegetal.
VII. **Recursos genéticos**: atributo sobre un ecosistema dada su capacidad para mantener o reproducir especies sobre las cuales recae una necesidad de conservación.
VIII. **Carne, pieles, plumas y otros productos derivados de animales**: productos de origen animal obtenidos a partir de actividades de caza o recolección de partes en los hábitats naturales, y que son utilizados para su comercialización. No incluye los productos obtenidos a través de la zoocría, ni animales vivos mantenidos como mascotas.
IX. **Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos:** se refiere a toda especie natural que son utilizados como insumos para la obtención de medicamentos o de transformación secundaria. No incluye las plantas aromáticas o usadas como especias.
X. **Plantas medicinales:** grupo de plantas utilizadas en medicina tradicional a través de mecanismos de transformación simple como infusiones, tés, zumos u otros. No incluye los cultivos dedicados específicamente a la obtención de éstos.
XI. **Plantas ornamentales:** son los especímenes vegetales que son obtenidos con fines decorativos. No incluye especies usadas en productos artesanales.
XII. **Mascotas y fauna ornamental:** animales de origen silvestre que viven permanentemente en ambientes domésticos, luego de su captura y sobre los cuales recae una condición de dependencia de su propietario.
XIII. **Ingredientes naturales:** especies vegetales reconocidas como especias, al ser utilizados para otorgar un sabor particular a los alimentos.
XIV. **Arena y roca/otros minerales o agregados:** explotación y comercialización de materiales pétreos obtenidos de mina, cantera o aluvión, asociado a la minería artesanal.

XV. **Pesca y acuicultura:** actividades asociadas a la captura y/o cultivo de animales y plantas cuyo hábitat natural es el agua y que puede ser obtenido por medios naturales o artificiales.

XVI. **Comunicaciones (transporte):** es el uso del medio hídrico como medio de transporte para facilitar el traslado y movilización entre distintos sitios.

XVII. **Ganadería:** producción de carne o leche a partir de animales de granja capaces de vivir en manadas. No incluye el manejo de especies menores.

XVIII. **Zoocría:** producción de animales o sus partes en ambientes confinados o naturales, que es reconocido como una actividad productiva. No incluye la ganadería o la producción de recursos hidrobiológicos.

XIX. **Agricultura:** producción de especies vegetales mediante la intervención del suelo en arreglos sistemáticos y cíclicos, que conforman una cobertura uniforme y que permiten su cosecha.

Servicios de regulación

Beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos (MADS, 2014). A continuación, se exponen los servicios ecosistémicos de regulación según (Rincón Ruiz, 2014), (MEA, 2005) y la Corporación Financiera Internacional (IFC):

I. **Control de erosión:** regulación de la pérdida del suelo y la desertificación por el efecto de lluvia, el viento u otros mecanismos naturales o antrópicos, a través de la biología del suelo, componentes geóticos y la presencia de coberturas vegetales.

II. **Regulación de la calidad del aire:** capacidad de la cubierta vegetal y del suelo de filtrar y retener diferentes contaminantes presentes en la atmósfera.

III. **Regulación hídrica y purificación del agua:** acción ejercida por los atributos fisicoquímicos y mecánicos del agua, que contribuyen a la ralentización hídrica y disminución de cargas contaminantes.

IV. **Control biológico:** capacidad de regulación de plagas y vectores patógenos de humanos, cosechas y ganado a través de mecanismos como la depredación, el parasitismo y/o la alelopatía.

V. **Polinización y dispersión de semillas:** proceso que permite la reproducción de las plantas, en el cual participan especies de la fauna silvestre. Este proceso se considera como imprescindible dentro de los mecanismos reproductivos de las especies cultivadas o proveedoras de algún servicio ecosistémico. Se incluye el proceso de dispersión de semilla por parte de la fauna silvestre.

VI. **Mantenimiento de hábitats para especies singulares:** los ecosistemas mantienen el espacio físico para desarrollar las fases del ciclo de vida de numerosas especies animales y vegetales, especialmente aquellas reconocidas por su estatus de amenaza.

VII. **Fertilidad del suelo:** capacidad de retener sedimentos y mantener la humedad y nutrientes en el suelo, permitiendo la preservación de la materia orgánica, haciendo posible que pueda ser utilizado como sustrato de cultivos o ganado. Se incluyen los humedales, esteros, manglares y zonas de bajos inundables aledaños a los ríos.

VIII. **Regulación del clima:** Capacidad de la cubierta vegetal y del suelo de absorber CO_2 y de estabilización climática, produciendo una percepción diferencial de la condición climática local, en relación a una región.

IX. **Regulación de riesgos naturales:** capacidad de los ecosistemas de retardar, controlar o disminuir riesgos naturales o de posibles desastres naturales.

X. **Recarga de aguas subterráneas:** capacidad natural para la alimentación o recarga de acuíferos. Asociado al comportamiento hidrogeológico de los materiales de la roca.

XI. **Reserva de carbono:** capacidad de capturar y almacenar carbono. Asociado a la biomasa y al suelo como medios de fijación de carbono.

Servicios culturales

Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del desarrollo cognitivo, enriquecimiento espiritual, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (MADS, 2014). A continuación, se exponen los servicios ecosistémicos culturales según (Rincón Ruiz, 2014), (MEA, 2005) y la Corporación Financiera Internacional (IFC):

I. **Educación ambiental:** concienciación o formalización sobre el papel de los ecosistemas y la biodiversidad como suministradores de servicios.

II. **Conocimiento científico:** utilización de los ecosistemas y la biodiversidad que éstos albergan como un laboratorio de experimentación y de desarrollo del conocimiento.

III. **Conocimiento ecológico local:** conocimiento experiencial de base empírica y relacionada con las prácticas, creencias, costumbres y valores.

IV. **Identidad cultural y sentido de pertenencia:** sentimiento de lugar de las comunidades asociados con los ecosistemas y la biodiversidad en un lugar determinado.

V. **Disfrute estético:** apreciación de especies y/o paisajes que generan satisfacción por su estética, reconociendo también atributos como calidad, tamaño, rareza y singularidad.

VI. **Disfrute espiritual:** apreciación de especies y/o paisajes que generan satisfacción por su inspiración espiritual que tienen una condición de respeto o sacralidad y sobre las cuales existe un reconocimiento para la conservación de las creencias y valores.

VII. **Recreación y turismo:** Lugares de ecosistemas determinados que son escenario de actividades lúdicas que proporcionan bienestar. Ofrecen condiciones para el descanso, la integración y la diversión.

VIII. **Patrimonio cultural:** valor o condición que recae sobre un elemento que es considerado herencia cultural propia de una comunidad, y que posee un interés histórico, artístico, arquitectónico o arqueológico.

IX. **Uso tradicional de la biodiversidad:** uso de las partes o totalidad de plantas, animales y otros elementos en eventos, festividades y actividades tradicionales.

5.4.2 RELACIÓN ENTRE UNIDADES DE ANÁLISIS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Las unidades de análisis utilizadas fueron las coberturas de tierra, cuerpos de agua, hidrogeología, arqueología, así como las especies de fauna potencial presencia en las reservas. De acuerdo con la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018), se determinó la relación entre las unidades de análisis y los servicios ecosistémicos a través de los procesos, funciones, estructura biológica y elementos físicos que componen dichas unidades, tal como se observa en la Tabla 5-49.

Tabla 5-49. Relación entre las unidades de análisis y los servicios ecosistémicos

TIPO	SSEE	MEDIO	COMPONENTE	UNIDAD DE ANÁLISIS
Abastecimiento	Suministro de agua	Abiótico	Hidrología	Cuerpo de agua
			Hidrogeología	Agua subterránea
		Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Alimento	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Madera	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Fibras y resinas	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Artesanías	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Biomasa	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Recursos genéticos	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Carne, pieles, plumas y otros productos derivados de animales	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Plantas medicinales	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Plantas ornamentales	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Mascotas y fauna ornamental	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Ingredientes naturales	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Arena y roca/otros minerales agregados	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Pesca y acuicultura	Abiótico	Hidrología	Cuerpo de agua
	Comunicaciones (transporte)	Abiótico	Hidrología	Cuerpo de agua
	Ganadería	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Zoocría	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Agricultura	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
Regulación	Control de la erosión	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Regulación de la calidad del aire	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Regulación hídrica y purificación del agua	Abiótico	Hidrología	Cuerpo de agua
		Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Control biológico	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
			Ecosistemas	Fauna
	Polinización y dispersión de semillas	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
			Ecosistemas	Fauna
	Mantenimiento de hábitats para especies singulares	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Fertilidad del suelo	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Regulación del clima	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra

TIPO	SSEE	MEDIO	COMPONENTE	UNIDAD DE ANÁLISIS
	Regulación de riesgos naturales	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Recarga de agua subterránea	Abiótico	Hidrogeología	Agua subterránea
	Reserva de carbono	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
Culturales	Educación ambiental	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Conocimiento científico	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Conocimiento ecológico local	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Disfrute estético	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Disfrute espiritual	Socioeconómico y cultural	Cultural	Comunidad
	Recreación y turismo	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra
	Patrimonio cultural	Socioeconómico y cultural	Arqueológico	Arqueología
			Cultural	Comunidad
	Uso tradicional de la biodiversidad	Biótico	Ecosistemas	Cobertura de la tierra

Fuente: **(Consorcio Sendero de las Mariposas 2017, 2019)** & **(MADS, 2018)**

5.4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La caracterización de la oferta de los servicios ecosistémicos del área en estudio se estableció en relación a los ecosistemas identificados de brindar servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y/o culturales, sin tener en cuenta si son usados por las comunidades o si son percibidos sus beneficios.

5.4.3.1 Ecosistemas terrestres

Los ecosistemas terrestres son definidos como aquellos que se encuentran solo en la tierra, y que no presentan cuerpos de agua. A continuación, se detallan las coberturas de la tierra presentes dentro del área de influencia del Aeropuerto El Dorado, en los cuales se desarrollan seres bióticos que se encuentran en un ecosistema incluyen con varias formas de vida, como la flora y la fauna.

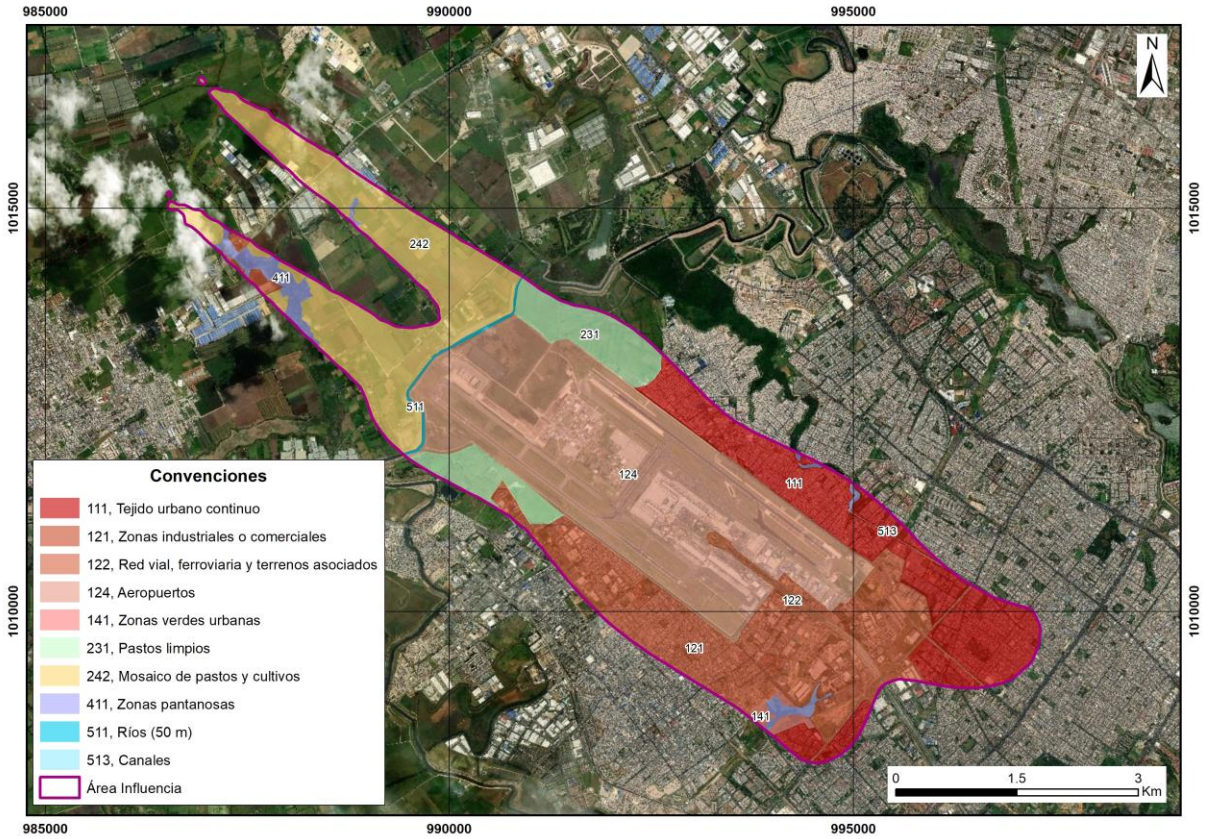


Ilustración 5-137. Mapa de las cobertura de la tierra en la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia de estudio

5.4.3.1.1 Tejido Urbano Continúo

Según la clasificación CORINE Land Cover esta cobertura hace parte de los territorios artificializados (1.1.1) y posee una extensión de 409.27 Ha dentro del área de influencia del Aeropuerto El Dorado; Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más del 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a 5 ha.

5.4.3.1.2 Zonas industriales o comerciales

Esta cobertura posee un área de 527.20 Ha y se encuentran recubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales.

5.4.3.1.3 Red Vial, Ferroviarias y Terrenos Asociados

Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexa y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. Su área comprende 46.60 Ha de tierra dentro del área de influencia del Aeropuerto El Dorado y según la clasificación CORINE Land Cover esta cobertura hace parte del grupo denominado “Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación”.

5.4.3.1.4 Aeropuertos

Comprende la infraestructura donde funciona una terminal aérea con un área de 926.44 Ha. Incluye las pistas de aterrizaje y carreteo, los edificios, las superficies libres, las zonas de amortiguación y la vegetación asociada.

5.4.3.1.5 Zonas Verdes Urbanas

Esta Cobertura de tierra hace parte de la clasificación CORINE Land Cover 1.4.1 y cuenta con un área de 14.90 Ha de zonas de vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios.

5.4.3.1.6 Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas; Dentro del área de influencia del Aeropuerto El Dorado existen 168.89 Ha de tierra que se encuentran dentro de esta clasificación (2.3.1 según la clasificación CORINE Land Cover).

5.4.3.1.7 Mosaico de Pastos y Cultivos

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Esta cobertura cuenta con 458 Ha dentro del área de influencia del aeropuerto El Dorado haciendo parte de la clasificación CORINE Land Cover 2.4.2.

5.4.3.1.8 Zonas Pantanosas

Esta cobertura tiene un área de 53.92 Ha y comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional.

Comprenden hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos. Dentro de los pantanos se pueden encontrar cuerpos de agua, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática, con tamaño menor a 25 ha, y que en total representan menos del 30% del área total del pantano.

5.4.3.1.9 Ríos

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.

Esta cobertura hace parte de la clasificación CORINE Land Cover 5.1.1 y posee un área de 10.66 Ha en el interior del área de influencia del Aeropuerto El Dorado.

5.4.3.1.10 Canales

Un canal es un cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente que puede enlazar dos masas de agua con ancho mínimo de 50 m; dentro del área de influencia del aeropuerto se encuentra localizada un área de 1.17 Ha con canales artificiales.

5.4.3.2 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos se desarrollan en un cuerpo de agua de diverso tamaño y naturaleza, lo cual incluye mares, lagos, ríos, pantanos, arroyos, lagunas y costas. En ellos juega un rol vital la naturaleza del agua, sus ciclos, así como el contenido orgánico presente en ella, tanto de fuentes naturales como sedimentarias (los suelos); en la siguiente grafica se presentan los ecosistemas acuáticos presentes dentro del área de influencia del Aeropuerto El Dorado.

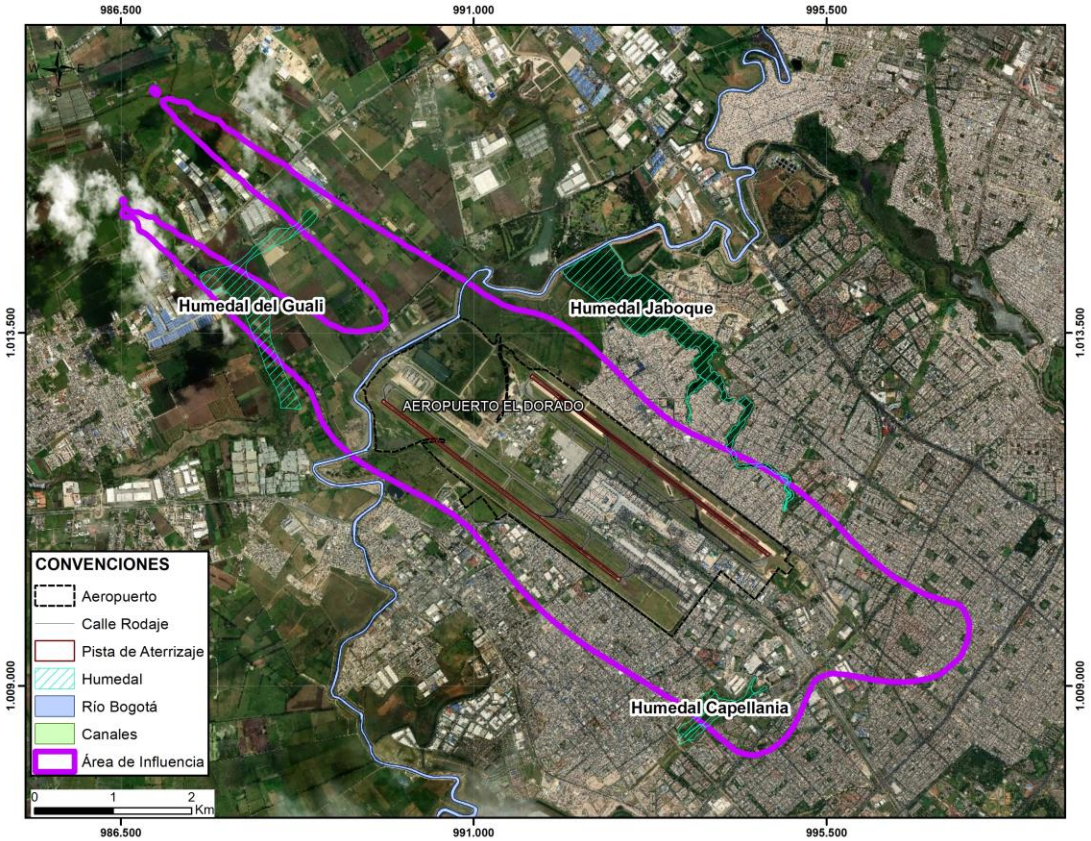


Ilustración 5-138. Mapa de Hidrologia de la Zona de estudio
Fuente: Elaboración propia de estudio

5.4.3.2.1 Río Bogotá

Sobre el sector occidental del Aeropuerto Internacional El Dorado se ubica un tramo del más importante componente hídrico de la ciudad, el Rio Bogotá, este afluente contiene una gran biodiversidad a pesar de su alto grado de contaminación.

Asociados al Río Bogotá (en el área de influencia indirecta del proyecto) se encuentran los pantanos y lagunas de la Sabana de Bogotá y del altiplano CundiBoyacense, los cuales constituyen un importante sistema de humedales; a su vez éstos se constituyen como uno de los tres principales centros de origen de aves acuáticas de los Andes (Fjeldsa, 1985) y uno de los patrimonios naturales únicos de nuestro país.

Mencionado lo anterior, los potenciales servicios ecosistémicos que puede ofrecer el tramo del Río Bogotá son control de la erosión, regulación hídrica, mantenimiento de hábitats para especies singulares, recarga de aguas subterráneas, educación ambiental y patrimonio cultural.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de humedales se localizan fuera del área de influencia directa del proyecto, por lo tanto, no se verán afectados por las actividades derivadas directamente de este.

5.4.3.2.2 Humedal Gualí – Tres Esquinas

El humedal Gualí hace parte de la cuenca del Río Bogotá. Este humedal se encuentra ubicado entre los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, cuenta con un área aproximada de 1,196 ha. El humedal Gualí es considerado un área importante para la conservación de las aves (AICA), así mismo es una zona de diversidad de fauna y constituye un refugio para algunas especies amenazadas y vulnerables. De la misma forma en el humedal existen especies de mamíferos, anfibios e insectos.

Por lo tanto, el Humedal Gualí – Tres Esquinas presenta como potenciales servicios ecosistémicos recursos genéticos, regulación de la calidad del aire, mantenimiento de hábitats para especies singulares, regulación del clima, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, disfrute estético y patrimonio cultural.

Cabe señalar que el humedal tiene problemas de invasión de las rondas por cultivos y urbanizaciones subnormales con el consiguiente vertimiento de aguas negras, rellenos de poca magnitud, basuras y ganadería y eventual cacería de su fauna silvestre.

5.4.3.2.3 Humedal La Florida

Se divide en dos partes separadas por una carretera y por el canal del distrito de riego de La Ramada. La primera (la más cercana al Río Bogotá) hace parte del Parque Distrital La Florida, un área de recreación popular que incluye el Lago de La Florida que ha sido protegido, donde se encuentran poblaciones de aves y curíes en un mosaico de hábitats únicos; incluye espejo de agua y otros tipos de vegetación flotante que ofrecen posibilidades habitacionales para la avifauna residente.

La segunda parte, al otro lado de la carretera continúa al anterior como un cuerpo de agua largo y angosto hasta la altura del retén de Siberia en el cruce de la Autopista Medellín con la vía a Tenjo; por su restringido acceso a las orillas presenta condiciones similares a la anterior. Por un costado se desarrollan cultivos de flores y ganadería, y por el otro, cultivos de hortalizas (repollo) y ganadería.

Por lo cual, este ecosistema presenta potenciales servicios como recursos genéticos, plantas ornamentales, ganadería, agricultura, regulación de la calidad del aire, control biológico, polinización y dispersión de semillas, mantenimiento de hábitats para especies singulares, fertilidad del suelo, regulación del clima, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, educación ambiental, disfrute estético, recreación pasiva y turismo y patrimonio cultural.

5.4.3.2.4 Humedal Jaboque

El humedal Jaboque se ubica al occidente de la ciudad, en cercanías del Aeropuerto Internacional El Dorado, en la localidad de Engativá. Este humedal es considerado como

un área importante para la conservación de las aves (AICA) de Colombia y el mundo, debido a la presencia de aves endémicas y/o en vías de extinción.

Los usos de suelo designados en este humedal son: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

Dicho lo anterior, el Humedal Jaboque puede presentar los servicios ecosistémicos de recursos genéticos, regulación de la calidad del aire, control biológico, mantenimiento de hábitats para especies singulares, regulación del clima, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, educación ambiental, disfrute estético, recreación pasiva y turismo y patrimonio cultural.

5.4.3.2.5 Humedal Capellanía

El humedal Capellanía pertenece a la cuenca del Río Bogotá, subcuenca del Río Fucha, microcuenta Canal Cundinamarca, y se ubica en la localidad de Fontibón, es uno de los humedales más pequeños de la ciudad. En este humedal se encuentran diferentes tipos de especies, entre las cuales se destacan especies de aves, y varias especies de mamíferos pequeños, así mismo se encuentran especies de flora.

Este humedal declarado como Parque Ecológico Distrital, se designan como usos de suelo compatibles: uso forestal protector, recreación pasiva, ecoturismo, educación ambiental, aula ambiental, senderos y otra infraestructura ligada al manejo del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

Por lo tanto, este ecosistema presenta los servicios de recursos genéticos, regulación de la calidad del aire, control biológico, mantenimiento de hábitats para especies singulares, regulación del clima, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, educación ambiental, disfrute estético, recreación pasiva y turismo y patrimonio cultural.

Todos los servicios ecosistémicos identificados en cada uno de los ecosistemas del área de influencia del Aeropuerto Internacional El Dorado se consolidan en la Tabla 5-50.

Tabla 5-50. Consolidado de servicios ecosistémicos identificados

ECOSISTEMA	SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO	SERVICIOS DE REGULACIÓN	SERVICIOS CULTURALES
Bosque Andino Bajo	Agricultura	Fertilización del suelo	-
Bosque Golondrinas Bosque de Acacías Jarillones	Recursos genéticos Agricultura	Control de la erosión Regulación de la calidad del aire Control biológico Polinización y dispersión de semillas Mantenimiento de hábitats para especies singulares Fertilidad del suelo Regulación del clima Regulación de riesgos naturales	Identidad cultural y sentido de pertenencia
Río Bogotá	-	Control de la erosión Regulación hídrica	Educación ambiental

ECOSISTEMA	SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO	SERVICIOS DE REGULACIÓN	SERVICIOS CULTURALES
		Mantenimiento de hábitats para especies singulares Recarga de aguas subterráneas	Patrimonio cultural
Humedal Gualí – Tres Esquinas	Recursos genéticos	Regulación de la calidad del aire Mantenimiento de hábitats para especies singulares Regulación del clima Regulación de riesgos naturales Recarga de aguas subterráneas	Disfrute estético Patrimonio cultural
Humedal La Florida	Recursos genéticos Plantas ornamentales Ganadería Agricultura	Regulación de la calidad del aire Control biológico Polinización y dispersión de semillas Mantenimiento de hábitats para especies singulares Fertilidad del suelo Regulación del clima Regulación de riesgos naturales Recarga de aguas subterráneas	Educación ambiental Disfrute estético Recreación pasiva y turismo Patrimonio cultural
Humedal Jaboque	Recursos genéticos	Regulación de calidad del aire Control biológico Mantenimiento de hábitats para especies singulares Regulación del clima Regulación de riesgos naturales Recarga de aguas subterráneas	Educación ambiental Disfrute estético Recreación pasiva y turismo Patrimonio cultural
Humedal Capellanía	Recursos genéticos	Regulación de la calidad del aire Control biológico Mantenimiento de hábitats para especies singulares Regulación del clima Regulación de riesgos naturales Recarga de aguas subterráneas	Educación ambiental Disfrute estético Recreación pasiva y turismo Patrimonio cultural

Fuente: Elaboración propia de estudio

6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental es un proceso de sectorización del territorio en unidades espaciales relativamente homogéneas, asociada a factores biofísicos, sociales, económicos culturales y/o políticos administrativos, los cuales son enmarcados a la susceptibilidad ambiental como una forma de planificación y la toma de decisiones en el manejo ambiental. La zonificación ambiental se constituye como un instrumento técnico para la gestión del desarrollo sostenible del proyecto.

En este sentido, conforme con la caracterización de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, se adelanta la zonificación ambiental mediante el agrupamiento y sectorización de unidades que comparten características similares, de acuerdo con una valoración y ponderación de criterios que definen su aptitud. Con ello, el objeto de este proceso se define en la valoración cualitativa y/o cuantitativa de cada unidad identificada por los componentes en el desarrollo de la caracterización del área de influencia en el Capítulo 5 de este Estudio de Impacto Ambiental; de tal forma que se establece la zonificación ambiental, de acuerdo con una calificación preestablecida del nivel de vulnerabilidad ante la ejecución del presente proyecto.

Ahora bien, los resultados que se obtienen de las zonificaciones intermedias y la zonificación ambiental final para este proyecto surgen de las consideraciones directamente relacionadas del alcance del proyecto y los objetivos de este (Véase Capítulo 1 y 2), dado que, el proyecto busca exclusivamente los cambios operacionales de las pistas y la operatividad 24 horas del recinto prueba de motores para el Aeropuerto Internacional El Dorado. Así las cosas, los análisis y caracterización del área de influencia se encuentran relacionados principalmente a los cambios del componente atmosférico que ello representa analizado en el Capítulo 5, los cuales guardan congruencia e iteración al resultado de la zonificación ambiental de este capítulo.

El siguiente es el concepto de análisis de las variables tenidas en cuenta para el desarrollo de la zonificación ambiental dada la pertinencia de susceptibilidad de cada una por la ejecución del presente proyecto. De esta forma, las variables relacionadas tienen a favor el mayor grado de sensibilidad ambiental reunido para cada componente con el fin de integrar los escenarios más críticos de cada uno de conformidad a los resultados obtenidos en los estudios del capítulo 5.

- Geomorfología (Unidad geomorfológica) y Unidades de paisaje geomorfológico: Este elemento se cuantificó y valoró de acuerdo con los resultados de línea base ejecutados en el capítulo 5 de caracterización del área de influencia – componente abiótico y biótico, dadas las posibles superficies de susceptibilidad ambiental y su categorización, donde de este análisis dependerá las afectaciones por la ejecución del proyecto en el grado de identificación de todas las unidades de paisaje y geomorfología.

• Ruido aeronáutico: Este elemento se segregó de los análisis y resultados obtenidos para el subcomponente atmosférico, dado que tanto el histórico de licenciamiento ambiental como las diferentes normativas de planes de ordenamiento territorial para el Distrito y nacional, vinculan este factor de niveles de ruido como superficies a identificar y gestionar por el alto grado de susceptibilidad ambiental que representan en un aeródromo en comparación a los demás componentes atmosféricos. Asimismo, dado el análisis de identificación de uso de suelo obtenido en la caracterización atmosférica, estos se integran a una susceptibilidad alta definida para los niveles del contorno LDN de 75 dBA, ya que estos taxativamente representarían un absoluto conflicto del uso de suelo en el área de influencia

• Cobertura de la tierra: Reúne de manera predominante las características de cobertura vegetal del suelo en el área de influencia, referenciando las superficies y su susceptibilidad por la importancia ambiental que en este se obtiene. Ahora bien, este elemento constituye los índices categóricos por afectación de la cobertura en la ejecución del proyecto, su relación depende directamente por los elementos y actividades que son vinculantes a un grado de aprovechamiento si así se presentan.

• Asentamientos: Se identificaron y relacionaron los tejidos urbanos continuos o descontinuos y su superficie de acuerdo con la caracterización socioeconómica, ya que estos dos elementos guardan relación directa al grado de afectación por el área de influencia del proyecto debido a que, en los tejidos urbanos continuos, se presentan dinámicas poblacionales en mayor grado de densidad poblacional bien sea flotante o permanente y como resultado mayor grado de sensibilidad ambiental.

• Uso actual del suelo (uso económico): Se define este elemento dado el grado de importancia de afectación económica identificada en el componente socioeconómico por la ejecución del proyecto. En síntesis, esta variable contiene la categorización de susceptibilidad directamente relacional a la importancia económica por la pertinencia de operación del proyecto y sus zonificaciones.

6.1. RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN.

Dados los criterios de calificación para cada una de las variables definidas y de acuerdo con las categorías de susceptibilidad ambiental, se procede a ilustrar de manera delimitada cartográficamente los resultados para los componentes abiótico, biótico y socioeconómico asociados a los mayores niveles de susceptibilidad asociados.

Se determina la zonificación ambiental con base en los resultados obtenidos para las zonificaciones intermedias de cada componente y variable considerados en la aplicación de la metodología para este capítulo. Estas zonificaciones reflejan el nivel de susceptibilidad de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico de manera integrada y

correlacionada para el área de influencia determinada por la curva LDN de los 65 dBA en el proyecto enmarcado en este estudio del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá; los resultados de la evaluación de los criterios de susceptibilidad se representan totalitariamente en la siguiente tabla (tabla 6-11).

Tabla 6-1. Zonificación ambiental del área de influencia del proyecto

Susceptibilidad	Área (Ha)	Área (%)
Exclusión	65,5	2,50%
Alta	2089,8	79,85%
Media	461,7	17,64%
Área total	2616,9	

Fuente: Elaboración propia de estudio.

Los resultados de la zonificación ambiental, en síntesis, determinaron características particulares por áreas diferenciales sobre el efecto de susceptibilidad ambiental a causa de la caracterización en el área de influencia para los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Así las cosas, la mayor área de representatividad del total de área de influencia del proyecto, corresponde a una susceptibilidad Alta con un porcentaje equivalente al 79.85% con una equivalencia de 2089.8 ha. Este a su vez se encuentra directamente asociada a unidades de paisaje geomorfológicos tales como basin, planicies o llanuras de inundación y planos plegadizos, zonas delimitadas por el contorno de ruido aeronáutico mayor a 75 dBA en el indicador acústico LDN, coberturas identificadas a mosaico de pastos con cultivos y zonas verdes representativas urbanas y áreas asociadas a actividades económicas y a tejido urbano continuo. Todas las anteriores unidades de análisis presentan una alta susceptibilidad ante la operación y ejecución del proyecto identificadas y relacionadas para el área de influencia.

Adicionalmente, la susceptibilidad media representó el 17.64% equivalentes a 416.7 ha del área de influencia del Proyecto con coberturas según el uso del suelo definidas en la caracterización de áreas y de las cuales se centran mayoritariamente en la zona central de los linderos del aeropuerto. Por último, se obtuvieron áreas de exclusión asociadas al 2,5% del área total de influencia, los cuales son zonas pertenecientes a cuerpos de agua de ríos zonas pantanosas y/o humedales.

En la siguiente ilustración se definen los resultados cartográficos de la zonificación ambiental para el proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., En el Anexo A del presente capítulo se asocia las salidas cartográficas de los mapas y/o ilustraciones empleadas a lo largo del presente capítulo.

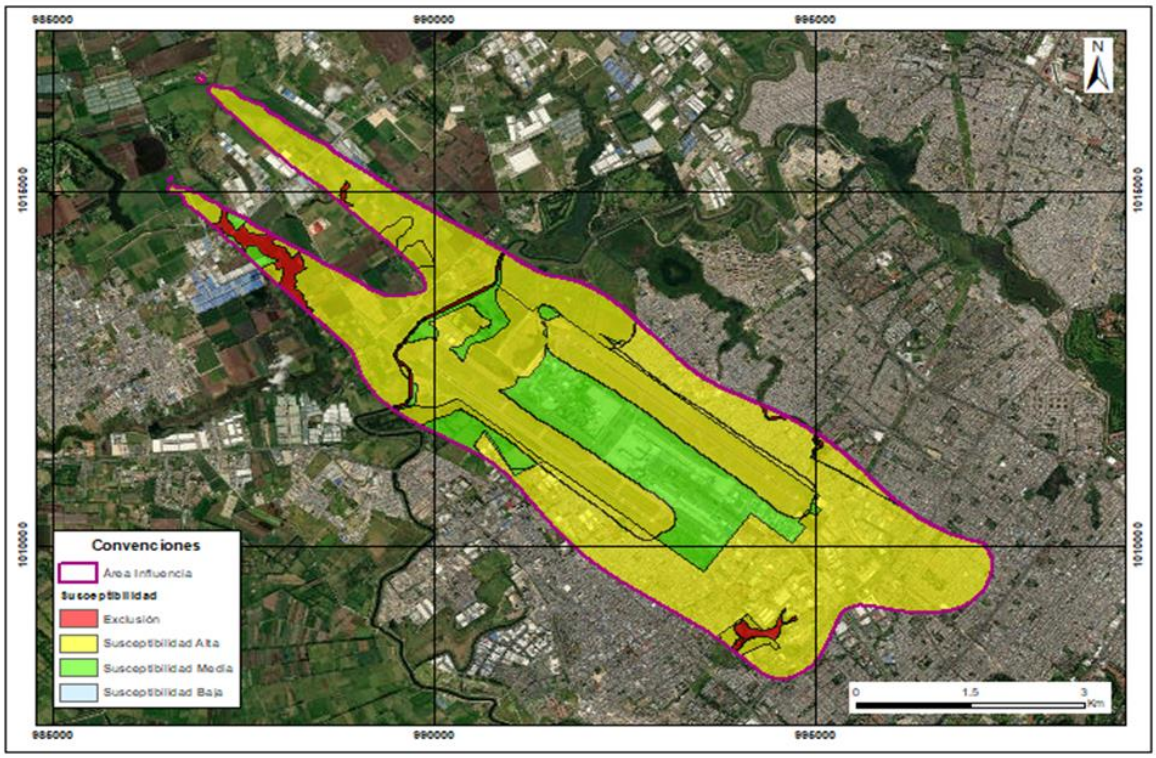


Ilustración 6-1. Zonificación Ambiental para el área de influencia del proyecto.
Fuente: Elaboración propia de estudio.

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Considerando que el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., es un proyecto en continua operación por la representación del desarrollo económico en la terminal aérea para la región y el país; este proyecto de modificación de licenciamiento ambiental en el lado aire, no precisa dentro de las actividades a ejecutar definidas a lo largo de la elaboración del presente estudio, aprovechamiento o afectación de recursos naturales como sucede en las captaciones hídricas, forestales o emisiones atmosféricas por fuentes fijas. Asimismo, es preciso determinar que el presente estudio de impacto ambiental responde a la intención de modificación de la licencia ambiental otorgada por la Autoridad Ambiental de Licencias Ambiental – ANLA bajo la Resolución 1034 del 2015 y ratificada mediante la Resolución 1567 del 2015, en los siguientes aspectos esenciales:

- Cambio en el esquema operacional aéreo para las pistas que componen la terminal aérea (*ver Capítulo 3.2.2.1.1 – Ajuste Estratégico de operación del proyecto*).
- Funcionamiento del recinto prueba de motores las veinticuatro (24) horas del día, los siente (7) días a la semana por condiciones de seguridad operacional aérea (*ver Capítulo 3.2.2.2.1 – Configuración operacional del proyecto*).

7.1 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

En cuanto al uso de aguas superficiales y subterráneas, no existe captación superficial o subterránea del recurso hídrico dado que, tanto el proyecto a licenciar como las áreas no concesionadas (*Tenedores de espacio - ver Capítulo 3.2.1.1. Infraestructura Aeropuerto Internacional El Dorado*), son abastecidas por el sistema de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá - EAAB, mediante dos conexiones a la red matriz, tal como se evidencia en la ilustración 7-1. Por ello, el proyecto en su ejecución o fase operativa no requiere permiso o solicitud alguna sobre la captación de este recurso objeto de aprovechamiento.

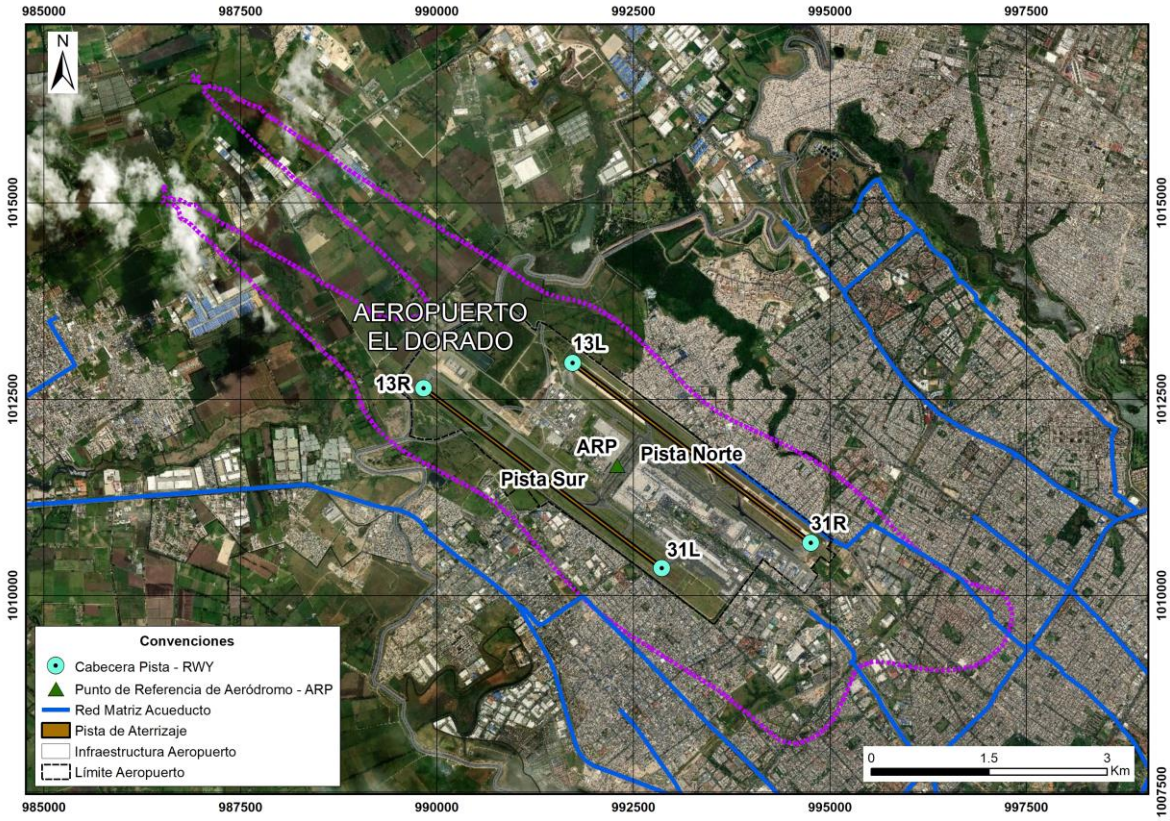


Ilustración 7-1. Conexión del Aeropuerto Internacional El Dorado con la Red Matriz de la EAAB.

Fuente: Adaptada a la elaboración de estudio, Empresa de Agua y Alcantarillado de Bogotá - EAAB.

7.2 VERTIMIENTOS

La modificación de las condiciones operativas aéreas y del recinto prueba de motores del Aeropuerto Internacional El Dorado, no implica la pretensión y/o realización de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, ya que tanto el proyecto a licenciar como las áreas no concesionadas (*Tenedores de espacio - ver Capítulo 3.2.1.1. Infraestructura Aeropuerto Internacional El Dorado*), tienen conexión directa a la red de alcantarillado de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB. No obstante, las terminales aéreas del Aeropuerto cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales - PTAR a cargo de su operación y mantenimiento por parte del concesionario OPAIN S.A., esta se puede constatar en los Planes de Manejo Ambiental adjudicados al concesionario de las áreas indicadas en el capítulo 3.2.1.1.2 – Infraestructura Concesionada Aeropuerto Internacional El Dorado. En este sentido y considerando las características del proyecto a licenciar mencionadas a lo largo del presente estudio, no se requiere solicitud o vigencia de permisos de vertimientos.

7.3 OCUPACIONES DE CAUCES

Mediante Resolución 2154 de 1995, Auto No. DRL567 de 1997, Resolución 282 de 1998, Auto 1277 de 1998 y Resolución 1451 de 1999 de la Corporación Autónoma Regional (CAR), respecto a la rectificación del cauce del rio Bogotá, permiso de vertimientos y ocupación del mismo; se establece la responsabilidad a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil como dueña de la Licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado, en las actividades de limpieza, recuperación, reparación y mantenimiento del espejo de agua del Rio Bogotá, a la altura del costado occidental de las cabeceras de las pistas norte y sur del Aeropuerto, equivalente a dos mil seiscientos ochenta y cuatro metros (2.684 m) de largo, contados a partir de la coordenadas 4°42'17.94"N, 74°10'13.80"O tal y como se muestra en la ilustración 7-2.

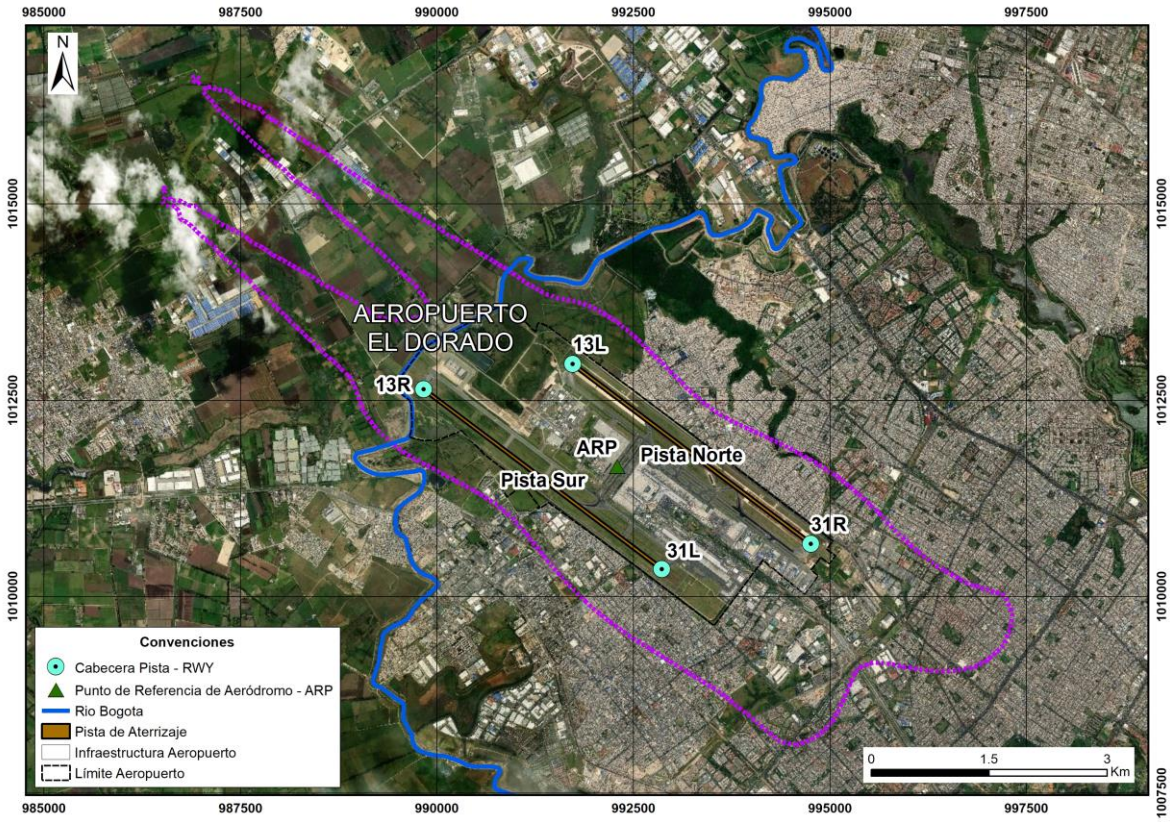


Ilustración 7-2. Tramo del Río Bogotá a cargo de la Aeronáutica Civil
Fuente: Contrato de mantenimiento 20000636 H3 de 2020 -Aerocivil.

En este sentido, a través del contrato de mantenimiento vigente a la elaboración de este Estudio de Impacto Ambiental, 20000636 H3 de 2020 y que tiene por objeto “MANTENER EL TALUD COSTADO OCCIDENTAL DEL RIO BOGOTA Y RETIRO DEL BUCHON DE AGUA EN EL TRAMO DE COMPETENCIA DE LA AEROCIVIL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO”. La Aeronáutica Civil busca dar cumplimiento a lo

estipulado por la Corporación Autónoma Regional - CAR en los actos administrativos mencionados líneas arriba, mediante el mantenimiento, recuperación o limpieza a los que haya lugar, en el marco de responsabilidades de competencia de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil del talud del costado occidental del Río Bogotá por la operación de las actividades en lado aire y en tierra del Aeropuerto Internacional El Dorado.

7.4 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Mediante el contrato de consultoría número 19000617 H3 de 2019, se formuló el plan de podas para el Aeropuerto Internacional El Dorado en el que se actualizó el inventario forestal que permite conocer las características cualitativas y cuantitativas de las coberturas vegetales arbóreas existentes en los jarrillones colindantes con las pistas norte y sur de la terminal aérea. Estas a su vez, servían de obstáculos con un mínimo coeficiente de pérdida por inserción de barreras acústicas forestales, para la propagación sonora de las operaciones en tierra de zonas colindantes con las localidades de Engativá y Fontibón respectivamente, tal como se establece en la ilustración 7-3. De igual forma, las actividades propias del proyecto no constituyen un aprovechamiento forestal debido a que las coberturas vegetales arbóreas no son consideradas como recurso de primera necesidad para la operación aérea o en tierra del Aeropuerto Internacional El Dorado; es así que se mantendrían planes de poda y mantenimientos en la caracterización de individuos arbóreos siempre y cuando por priorización de medidas de manejo ambiental se requieran de actividades con mayor eficiencia en la mitigación de impactos.

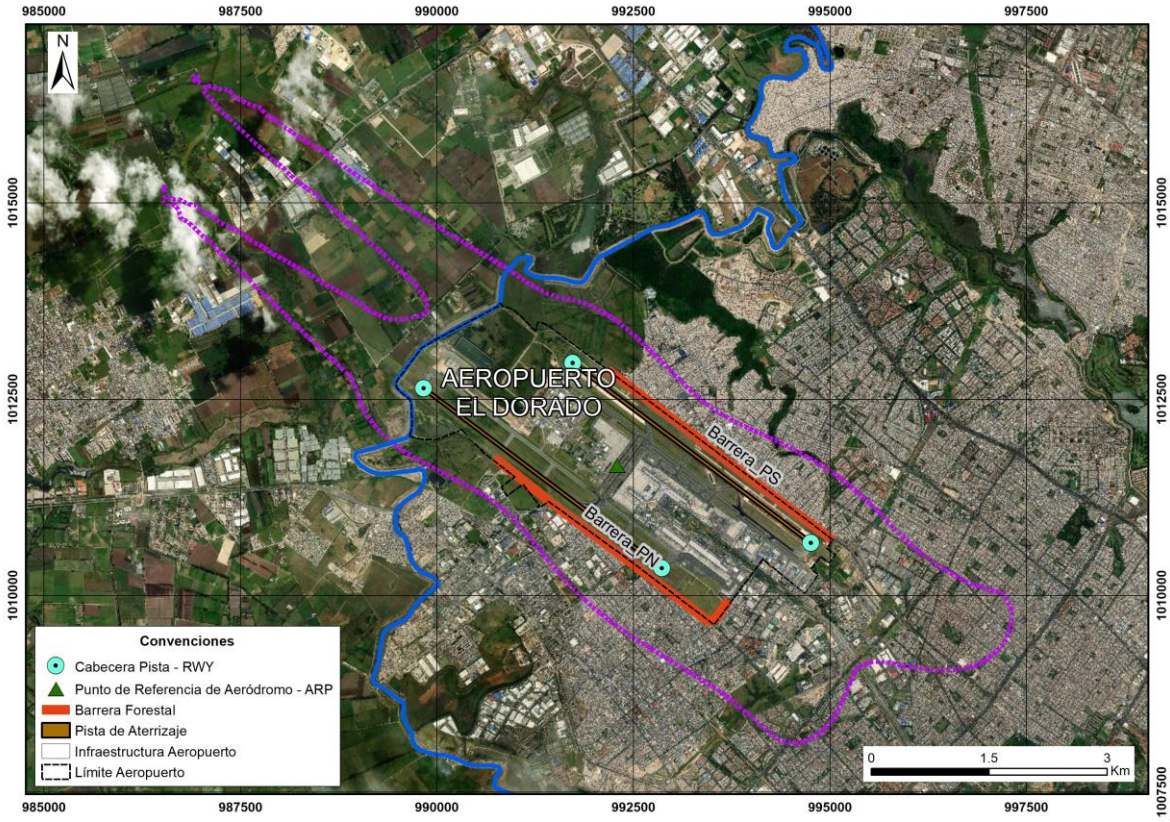


Ilustración 7-3. Localización jarrillones norte y sur en Aeropuerto Internacional El Dorado. Fuente: Propia de elaboración.

El inventario forestal adelantado se reporta un total de 6.918 individuos arbóreos y arbustos que se hallan emplazados en la zona perimetral del Aeropuerto Internacional El Dorado, y se distribuyen de la siguiente forma:

- 4.578: Porte arbóreo.
- 2.327: Porte arbustivo.
- 13 otros (cultivo, invasora, jardinería).

De los individuos inventariados en el desarrollo y ejecución contractual de consultoría número 19000617 H3 de 2019 para la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, se identificó y caracterizó 95 ejemplares pertenecen a la especie Roble (*Quercus humboldtii*), al tratarse de una especie en veda, estos individuos no serán sujetos de tala por mantenimiento o de requerimiento de permisos adicionales.

Con base en los resultados del inventario forestal se establecieron alternativas de manejo para los individuos, buscando generar el menor impacto ambiental, reduciendo la afectación al componente vegetal y primando el concepto de conservación y de traslado de la vegetación, siempre que las condiciones técnicas permitan su implementación. Los

tratamientos propuestos producto de la evaluación física y sanitaria realizadas son: poda, tala, tratamiento integral (poda, fertilización), conservación (no requiere intervención, no intervenir), y el manejo integral de arbolado joven.

Para el manejo técnico del componente arbóreo inventariado, se solicita a la autoridad ambiental competente el tratamiento silvicultural de tala para 348 individuos; estos permisos se requerirán de manera periódica dependiendo de la operación del Aeropuerto y de las medidas ambientales propuestas en el Capítulo 11 del presente Estudio de Impacto Ambiental. Por otro lado, se requieren tratamientos silviculturales diferentes a la tala para 5716 individuos.

7.5 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Teniendo en cuenta que mediante la Resolución 4023 del 17 de diciembre de 2018 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil "*Por la cual se autoriza la baja de inventarios de activos fijo muebles inservibles, no requeridos y en desuso, de prioridad de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil y determina su disposición final*", se estipuló en el Artículo Primero dar de baja de inventarios al Incinerador - Horno a gas propano Marca Proindul, modelo CV-1100 (ver anexos a este capítulo del EIA) y que el proyecto establece modificación de las condiciones operativas aéreas y de uso del recinto pruebas de motores del Aeropuerto Internacional El Dorado, no se contempla fuentes fijas de emisiones atmosféricas que requieran permiso de emisión de acuerdo con lo establecido en el Decreto Presidencial 948 de 1995 " *Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire* "y de la Resolución 619 de 1997 "*Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas*" del ministerio de ambiente.

Se incide entonces por lo anterior, que para la ejecución y elaboración de este Estudio de Impacto Ambiental, no se requiere y/o contempla documentación de validación en permisos de emisiones atmosférica por fuentes fijas en los casos mencionados, no obstante las operaciones aéreas se contempla como fuentes de emisión móviles debido a los procedimientos que efectúan las aeronaves de despegue y aterrizaje en las zonas aledañas al Aeropuerto, motivo por el cual se realiza la caracterización mediante modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos.

7.5.1 MODELOS DE DISPERSIÓN.

Debido a que este proyecto objeto de licenciamiento no requiere de solicitudes de permiso por fuentes de emisiones atmosféricas, tal y como se esclareció en el numeral anterior bajo el Decreto 948 de 1995 y en la Resolución 619 de 1997; no se realizan modelos de dispersión de emisiones atmosféricas.

7.6 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Si bien el proyecto a evaluar en el presente estudio no considera una fase de construcción o implementación de diseño de nuevas lo que indica que no se requiere materiales de construcción para la ejecución de obras civiles en la fase operativa del proyecto; las necesidades de materiales de construcción futuras en el caso de que a ello diera lugar, como explotación de material de cantera y/o materiales de arrastre de cauces, serán requeridas ante la Autoridad Ambiental competente.

No obstante, es de señalar que el mantenimiento preventivo que se realiza a las pistas, calles de rodaje, zonas de seguridad (zonas verdes en costados laterales de pistas y calles de rodaje) y canales de aguas lluvia; se contemplan como actividades de implementación de obras menores de infraestructura como lo es contemplado en el Decreto 1076 del 2015 – Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible del Presidente de la República de Colombia, *"**Artículo 2.2.2.6.1.6 Modo aéreo. Son cambios menores.**"* y para ello, se describirán entonces fichas de manejo ambiental en el análisis del capítulo 8 "*Evaluación Ambiental*" del presente Estudio de impacto Ambiental para tales fines.

8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Este capítulo presenta la identificación y evaluación de los impactos ambientales que puede generar el presente proyecto de modificación operacional del Aeropuerto Internacional El Dorado, elaborado con base en la caracterización del área de influencia y las actividades del proyecto establecidas como ejecución operativa del mismo. Entendiendo el impacto ambiental como un cambio o alteración en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno o componente por la generación de las actividades del proyecto; así como la caracterización y evaluación de impactos tiene incidencia directa en la diferencia entre el escenario sin proyecto (situación sin la introducción de la modificación propuesta) y el escenario con proyecto, que se define como la situación futura del ambiente modificado como consecuencia de la ejecución del proyecto y de la cual dio a la caracterización mediante modelos de predicción sobre dicho escenario.

Considerando que el proyecto propuesto corresponde de manera exclusiva a la modificación de las características y condiciones operativas aéreas existentes para el Aeropuerto Internacional El Dorado y por ende, ello no implica afectación o alteración de medios y componentes adicionales a los ya identificados en la trazabilidad del licenciamiento ambiental; la evaluación ambiental se centra en la caracterización de los aspectos e impactos ambientales resultantes del escenario sin proyecto y con proyecto en donde se contempla la evaluación de los cambios operativos incluidos.

Asimismo, al tratarse de un proyecto en operación de acuerdo a la vigencia actual de licenciamiento ambiental del aeropuerto, la evaluación se constituye como instrumento de planeación, que reconozca y parta de la situación ambiental institucional aplicada de manera exclusiva al Aeropuerto Internacional El Dorado. Para ello, se aplica la Metodología Cualitativa propuesta en España por Vicente Conesa en 1996, la cual contempla la Universidad Nacional de Colombia (UN) en el documento "*Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales*" (Rosero, Florian , Toro, Marínez , & Martelo , 2016). De igual forma, la evaluación se ajusta a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental o modificación de ella en los proyectos de construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos, determinada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

8.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La metodología de Vicente Conesa se basa en la calificación de 11 atributos (Tabla 8-1) que buscan describir de manera detallada el posible impacto ambiental. Cada atributo es evaluado de manera subjetiva, empleando escalas cualitativas o adjetivos a los cuales se les ha asignado un valor numérico, de manera que éste se incrementa en la medida que describe una situación indeseable. Por ejemplo, un impacto cuya extensión es "puntual" recibirá una calificación de 1, mientras que uno que afecte toda el área del proyecto (total)

recibirá una calificación de 8, la tabla a continuación presenta los atributos que se emplean en la metodología (Rosero, Florian , Toro, Marínez , & Martelo , 2016).

Para el caso puntual del presente proyecto, la valoración se ejecutó mediante un grupo interdisciplinario de profesionales para cada componente y que de acuerdo con el análisis del área de influencia descrita en el *Capítulo 5 – Caracterización del área de influencia* del presente estudio de impacto ambiental, fue objeto de concertación y valoración con criterios de pertinencia en cada uno de los componentes.

Tabla 8-1 Atributos para la evaluación de impactos Metodología Cualitativa

Atributo	Característica	Opciones
Naturaleza (+/-)	Describe si el impacto es positivo no negativo	(+) (-)
Intensidad (In)	Evalúa el grado de destrucción o transformación del factor ambiental	Baja (1) Media (2) Alta (4) Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Evalúa el área de influencia o afectación	Puntual (1) Parcial (2) Extensa (4) Total (8) Crítica (+4)
Momento (Mo)	Se califica de acuerdo con el tiempo transcurrido entre la actividad y la manifestación del impacto	Largo plazo (1) Mediano plazo (2) Corto plazo (3) Intermedio (4) Crítico (+4)
Persistencia (Pe)	Evalúa el tiempo de permanencia del impacto	Fugaz o momentáneo (1) Temporal o transitorio (2) Pertinaz o persistente (3) Permanente o constante (4)
Reversibilidad (Rv)	Se califica de acuerdo con el tiempo que puede transcurrir entre la finalización de la actividad que origina el impacto y la reconstrucción del factor ambiental por medios naturales	Corto plazo (1) Mediano plazo (2) Largo plazo (3) Irreversible (4)
Recuperabilidad (Rc)	Evalúa la posibilidad de reconstruir el factor ambiental por medios técnicos y el tiempo requerido para esto	Recuperable de manera inmediata (1) Recuperable en el corto plazo (2) Recuperable en el mediano plazo (3) Recuperable en el largo plazo (4) Mitigable, sustituible o compensable (4) Irrecuperable (8)
Sinergia (Si)	Evalúa la capacidad del impacto para interactuar con otros, de forma que se potencialice sus efectos	Sin sinergismo o simple (1) Sinergismo moderado (2) Muy sinérgico (4)
Acumulación (Ac)	Califica el incremento progresivo del impacto	Simple (1) Acumulativo (4)

Atributo	Característica	Opciones
Efecto (Ef)	Evalúa la relación causa-efecto del impacto	Indirecto o secundario (1) Directo o primario (4)
Periodicidad (Pr)	Tiene en cuenta la regularidad de la manifestación del impacto	Irregular, aperiódico, esporádico (1) Periódico o de regularidad intermitente (2) Continuo (4)

Fuente: Rosero et al., 2016.

La importancia del impacto es definida mediante la siguiente ecuación y el resultado se interpreta con base en la escala establecida en la Tabla 8-2.

$$I = \pm[(3In) + (2Ex) + Mo + Pe + Rv + Rc + Si + Ac + Ef + Pr]$$

Ecuación 8-1. Valoración de impactos ambientales.

En donde según la ecuación 8-1, se tiene que:
In = Intensidad.
Ex = Extensión.
Mo = Momento.
Pe = Persistencia.
Rv = Reversibilidad.
Rc = Recuperabilidad.
Si = Sinergia.
Ac = Acumulación.
Ef = Efecto.
Pr = Periodicidad.

El resultado de la valoración según los criterios expuestos anteriormente, reflejan entonces una clasificación de acuerdo con cuatro (4) categorías diferenciales las cuales, permitirán gestionar y planificar medidas y actividades de manejo ambiental (ver Tabla 8-2).

Tabla 8-2 Escala de interpretación de la metodología cualitativa

Categoría	Calificación
Irrelevante	<25
Moderado	25-50
Severo	50-75
Crítico	>75

Fuente: Rosero et al., 2016

8.2 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el proyecto propone en principal medida cambios en los horarios de operación de las pistas de la terminal aérea contemplados para ambos escenarios (sin proyecto y con proyecto); las actividades que se contemplan y se analizan en esta

evaluación ambiental, corresponden a todas aquellas acciones de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio previamente descritas en el numeral 3.2.2 "*Fases y actividades del proyecto*" del *Capítulo 3 Descripción del proyecto,* del presente estudio de impacto ambiental.

Adicionalmente, el proyecto incluye en este estudio, las actividades y valoración a los impactos asociadas a construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles a causa de las labores que se presentan sobre el mantenimiento rutinario de las operaciones en lado tierra de los servicios a la navegación aérea, tales como: repavimentación de pistas, mantenimiento de radioayudas, zonas verdes, entre otras. Estas actividades se acogen a lo descrito en el Decreto 1076 de 2015, Sección 7, Capítulo 6, Artículo 2.2.2.6.1.6. *Modo aéreo*. Son cambios menores los siguientes:

> *"(…)*
> *b. Obras civiles*
>
> *i. Remodelación o actualización de canales, drenajes superficiales o subsuperficiales, trampas de grasas, trampas de arena, complementarios de obras de drenajes, box, descoles, encoles.*
>
> *ii. Remodelación de plataformas, calles de rodaje y pistas, etc., correspondientes a mejoras estructurales, mejoras en carpetas de rodadura, ampliaciones menores de secciones transversales.*
>
> *iii. Mejoras o actualización de nivelación y secciones de zonas de franjas de pista, franjas de calles de rodaje, márgenes de pista y calles de rodaje, zonas de seguridad de plataforma.*
>
> *iv. Remodelación o actualizaciones de facilidades de aeropuerto: área para autoridades y servicios de aeropuerto.*
> *(…)"* (Decreto 1076 , 2015)

8.2.1 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EN LAS ÁREAS A CARGO DE LA AEROCIVIL Y TENEDORES DE ESPACIO

Las actividades de este numeral obedecen a la operación regular del Aeropuerto Internacional El Dorado y fueron identificadas y asociadas, a una posible generación de impacto ambiental por su desarrollo individual y colectivo. Es así que en la Tabla 8-3, se evidencian las actividades que fueron de índole identificatorio para el desarrollo de este capítulo. Cabe resaltar que si bien las actividades catalogadas de lado aire, tales como: control superficie, procedimiento de despegue, procesamiento para el uso de APU, procedimiento para aterrizaje, procedimiento para abandono de pista, procedimiento de

parqueo; son actividades dirigidas por la Torre de control y son ejecutas por el operador del aeropuerto. Asimismo, las actividades que desarrollan los tenedores de espacio son definidos y se hacen referencia en el capítulo 3 del presente estudio de impacto ambiental. (*Para ver el detalle de estas actividades véase numeral 3.2.2 "Fases y actividades del proyecto" del capítulo 3 "Descripción del proyecto*").

Tabla 8-3 Actividades de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de la Aerocivil

Actividades
Operación (Lado aire)
Prestación de servicios a la navegación aérea a cargo de la Aerocivil. (Torre de control, RADAR y SAR)
Control superficie
Procedimiento de despegue
Procedimiento para el uso de APU
Vuelo de aeronaves
Procedimiento para aterrizaje
Procedimiento para abandono de pista
Procedimiento de parqueo
Recinto prueba de motores (Como fuente de emisión de ruido)
Mantenimientos de drenajes
Mantenimientos de zonas de seguridad
Mantenimientos de jarillones
Mantenimiento de pistas y calles de rodaje.
Instalación, mantenimiento y operación de Radioayudas y ayudas visuales

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adaptado de (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018).

Tabla 8-4 Actividades de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio

Operación (Tenedores de espacio y áreas a cargo de la Aerocivil)		
Actividades administrativas (áreas no concesionadas): Agrupa todas aquellas actividades operativas en espacio de oficina y que son desarrolladas en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio, como se especifica a continuación:		
Torre de control – Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia (CGAC)	Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA)	Armada Nacional / Aviación Naval
Nuevo Edificio Administrativo de la Aeronáutica (NEAA)	Hangar de la Aerocivil	División de Asalto Aéreo Ejercito Nacional (Brigada 33)

Centro Nacional de Aeronavegación (CNA-RADAR)	Corporación de la Industria Aeronáutica de Colombia (CIAC)	Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM)
Salvamento, búsqueda y rescate (SAR)	Servicio Aéreo a Territorios Nacionales (SATENA)	Policía Nacional Dirección Antinarcóticos (DIRAN)
Almacén Aerocivil (NAA)		
Actividades		
Reparación y mantenimiento de aeronaves: CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejercito Nacional, Armada Nacional / Aviación Naval, SATENA, CATAM y Hangar de Aerocivil.		
Prestación de servicios aéreos / transporte de personal: CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejercito Nacional, Armada Nacional / Aviación Naval, SATENA y CATAM.		
Almacenamiento de bienes muebles y activos fijos (Almacén General)		
Suministro de energía y servicios electromecánicos: CNA-RADAR, Subestación de comunicaciones Rondon 15 (generadores), Radioayudas y ayudas visuales.		

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adaptado de (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018).

8.2.2 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE OBRAS CIVILES

Considerando que el proyecto representa una continua operación a causa de su importancia a nivel macro económica para la región y el país, se consideran futuras obras civiles de mantenimiento por condiciones de seguridad operacional aérea, cumplimiento de estándares, regulaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), mejoramiento y calidad de la infraestructura aeroportuaria e intervención de aéreas descritas en el Capítulo 3 – *"Descripción del proyecto"*, numeral 3.2.3.4 – *"Obras Civiles presentes en el aeropuerto"*. Por tal razón y de acuerdo con el Artículo 2.2.2.6.1.6 *Modo Aéreo* de la Sección 1 – "*Actividades de Mejoramiento en proyectos de infraestructura de transporte*" del Decreto 1076 de 2015, se identificaron actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles (Tabla 8-5), que se desarrollarían en el marco de futuros proyectos, objeto del presente proyecto:

Tabla 8-5 Actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles

Actividades
Construcción de obras civiles
Trabajo de oficina
Descapote y Desmonte
Cortes, relleno y zonas Zodme
Adquisición, explotación, uso y transporte de materiales de construcción

Adecuación de vías de acceso.
Instalación y operación de campamentos, talleres y/o bodegas y centros de acopio.
Movilización y operación de equipos maquinarias.
Edificaciones de mampostería.
Adecuación de obras (Andenes y zonas verdes)
Ayudas visuales y señalización
Fresado.
Desmantelamiento y abandono.
Socialización de cierre de actividades.
Desmantelamiento de estructuras.
Estabilización y revegetalización de taludes.
Limpieza y restauración de áreas intervenidas.

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adaptado de (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018).

8.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

La identificación y evaluación de impactos para el escenario sin proyecto corresponde a la calificación y valoración de las actividades generadas por la operación vigente del Aeropuerto Internacional El Dorado, considerando la configuración operacional establecida en la modificación de licencia ambiental y de la cual fue otorgada mediante la Resolución 1034 y la Resolución 1567 de 2015 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA); así como las medidas de manejo ambiental implementadas y ejecutadas para dicha terminal aérea desde el año 2015.

De acuerdo con lo anterior y la representación de la configuración operacional del Aeropuerto establecida desde el año 2015, el escenario establecido sin proyecto compete a la caracterización del modelo de propagación sonora para el Aeropuerto Internacional El Dorado, mediante el indicador acústico LDN del contorno de 65 dBA para el año 2019. Ya que los resultados obtenidos para el año 2019 representan la evidencia de la implementación de diversas medidas de manejo ambientales por la ejecución del Plan de Manejo Ambiental aprobado desde la modificación de licenciamiento ambiental.

Con los aspectos analizados en la trazabilidad del proyecto desde su inicio de licenciamiento ambiental y que la operación de la terminal aérea constituye retos ambientales principalmente enfocados a los niveles de emisión de ruido; la evaluación ambiental del presente capítulo, se establecen valoraciones cuantitativas y cualitativas como una integración, congruencia y continuación metodológica con respecto a los capítulos antecesores (Capítulo 3, 4, 5, 6 y 7 del presente EIA) así como los múltiples estudios realizados para el medio abiótico, biótico y socioeconómico de conformidad con los términos de referencia establecidos para la elaboración de estudios de impacto

ambiental en aeropuertos internacionales y la metodología de elaboración de estudios de impactos ambiental.

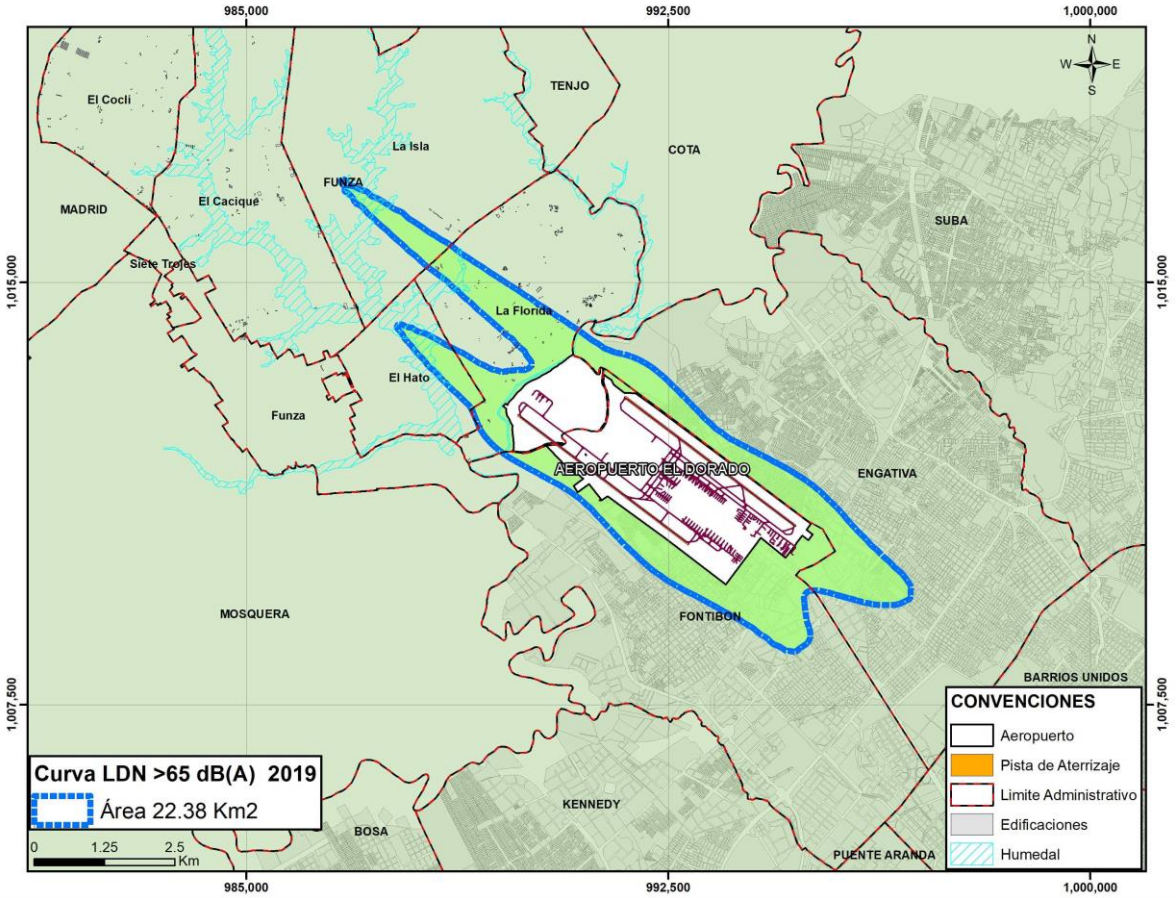


Ilustración 8-1 Área de influencia sin proyecto mediante curva del indicador acústico LDN de 65 dBA.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

La identificación de impactos se definió mediante las actividades desarrolladas por la ejecución operativa del Aeropuerto Internacional El Dorado, sin la intervención de modificación y ajuste operacional descrito en este Estudio. Así las cosas, la relación de impactos ambientales ocasionados por las actividades de la operación en lado aire y tierra sobre la prestación de servicios a la navegación aérea y de las aeronaves en sus trayectorias, han tenido diversas gestiones en manejo ambiental desde la modificación de la licencia en 2015. Luego entonces, los impactos reflejan una valoración acorde a los resultados de implementación y desarrollo de las fichas de manejo ambiental hasta la fecha de elaboración del presente estudio, teniendo entonces que, en la Tabla 8-6 se describen la matriz resumen de la evaluación de impactos ambientales cualitativamente conforme a la operación ejecutada en 2019 mediante la configuración operacional de la Resolución 1034 del 2015 - ANLA.

Tabla 8-6 Matriz de identificación de impactos para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (escenario sin proyecto)

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS AEROPUERTO EL DORADO																										
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTOS	ACTIVIDADES																					
					OPERACIÓN (LADO AIRE)														OPERACIÓN (TENEDORES DE ESPACIO Y ÁREAS A CARGO DE LA AEROCIVIL)					
					Prestación de servicios aeronáuticos a cargo de la Aerocivil (**Torre de control**, **RADAR** y **SAR**)	Control superficie	Procedimiento de despegue	Procedimiento para el uso de APU's	Vuelo de aeronaves	Procedimiento para aterrizaje	Procedimiento para abandono de pista	Procedimiento de parqueo	Recinto Prueba de motores (Como fuente de emisión de ruido)	Mantenimientos de drenajes	Mantenimientos de zonas de seguridad	Mantenimientos de jarillones	Mantenimiento de pistas y calles de rodaje	Instalación, mantenimiento y operación de Radioayudas y Ayudas Visuales	Actividades administrativas (**Áreas no concesionadas**)	Reparación y mantenimiento de aeronaves (**CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejército, Armada Nacional/Aviación Naval, SATENA, CATAM Nuevo Hangar de la Aerocivil**)	Prestación de servicios aéreos / transporte de personal (**CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejército, Armada Nacional/Aviación Naval, SATENA y CATAM**)	Almacenamiento de bienes muebles y activos fijos (**Almacén General**)	Suministro de energía y servicios electromecánicos (**CNA-RADAR, Subestación de comunicaciones Rondón 15, Radioayudas y Ayudas Visuales**)
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea0	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	X														X	X			
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X			
			Emisión de material Particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X			

				y PM10)																		
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
	GEOSFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Emisión de ruido.	Alteración a comunidades de avifauna del Humedal Gualí.		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
			Emisión de ruido.	Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza.		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
SOCIOECONÓMICO	Cultural	Usos y relación con el medio ambiente	Emisión de ruido	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
			Emisión de gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X								X	X		
			Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X		
	ECONÓMICO	Economía local	Dinámica económica local y regional	Modificación de las actividades económicas de la zona.	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X	X		

Nota:
Agrupa actividades de oficina que se desarrollan en todas las áreas de a cargo de la Aeronáutica Civil y tenedores de espacio, es decir:

- Torre de control - Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia (CGAC)
- Nuevo Edificio Administrativo de la Aeronáutica Civil (NEAA)
- Centro Nacional de Aeronavegación (CNA-RADAR)
- Salvamento, búsqueda y rescate (SAR)
- Nuevo Almacén de la Aeronáutica Civil (NAA)

- Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA)
- Nuevo Hangar de la Aerocivil.
- Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC)
- Servicio Aéreo a Territorios Nacionales (SATENA)
- Armada Nacional / Aviación Naval
- División de Asalto Aéreo Ejército Nacional (Brigada 33)
- Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM)
- Policía Nacional Dirección Antinarcóticos (DIRAN)

Fuente: Elaboración propia del estudio con información adaptado de (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018).

Los siguientes son los resultados consolidados de la calificación cualitativa y cuantitativa realizada para los impactos ambientales consecuencia de las actividades que se vienen ejecutando en el Aeropuerto Internacional El Dorado, bajo la licencia y manejo ambiental de la Resolución 1034 del 2015. Adicionalmente, es importante señalar que la calificación consolidada corresponde al resultado del valor máximo obtenido mediante la evaluación del impacto asociado a las diferentes actividades, independientemente de la variación de estas calificaciones. Lo anterior con el fin de referenciar la mayor calificación del impacto por la actividad generadora de este.

La siguiente tabla refleja el resumen de la valoración cuantitativa de los impactos asociados a la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado, sin la implementación del proyecto objeto a licenciamiento.

Tabla 8-7 Evaluación de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario sin proyecto

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-27	MODERADO
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-24	IRRELEVANTE
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	-36	MODERADO
			Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)	-36	MODERADO
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora	-46	MODERADO
	GEOE	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-21	IRRELEVANTE

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-22	IRRELEVANTE
Biótico	Ecosistemas	Fauna	Emisión de ruido	Alteración a comunidades de avifauna en humedales.	-22	IRRELEVANTE
				Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza.	-22	IRRELEVANTE
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Usos y relación con el medio ambiente	Emisión de ruido	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-63	SEVERO*
			Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX)	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-36	MODERADO
			Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-43	MODERADO
	ECONÓMICO	Economía local	Dinámica económica local	Modificación de las actividades económicas de la zona.	+24	IRRELEVANTE

Fuente: Elaboración propia del estudio.

El 46.2% de los impactos ambientales identificados y evaluados para el escenario sin proyecto tienen un efecto moderado en el entorno, el restante (46.2%) se trata de impactos con efecto irrelevante y para el caso de la generación de conflictos ocasionada por la emisión de ruido, este se contempla como severo. De igual forma es posible evidenciar que la mayoría de los impactos de carácter moderado se generan sobre el componente socioeconómico y Abiótico. En la siguiente ilustración se evidencia la calificación resultante de los impactos del escenario sin proyecto.

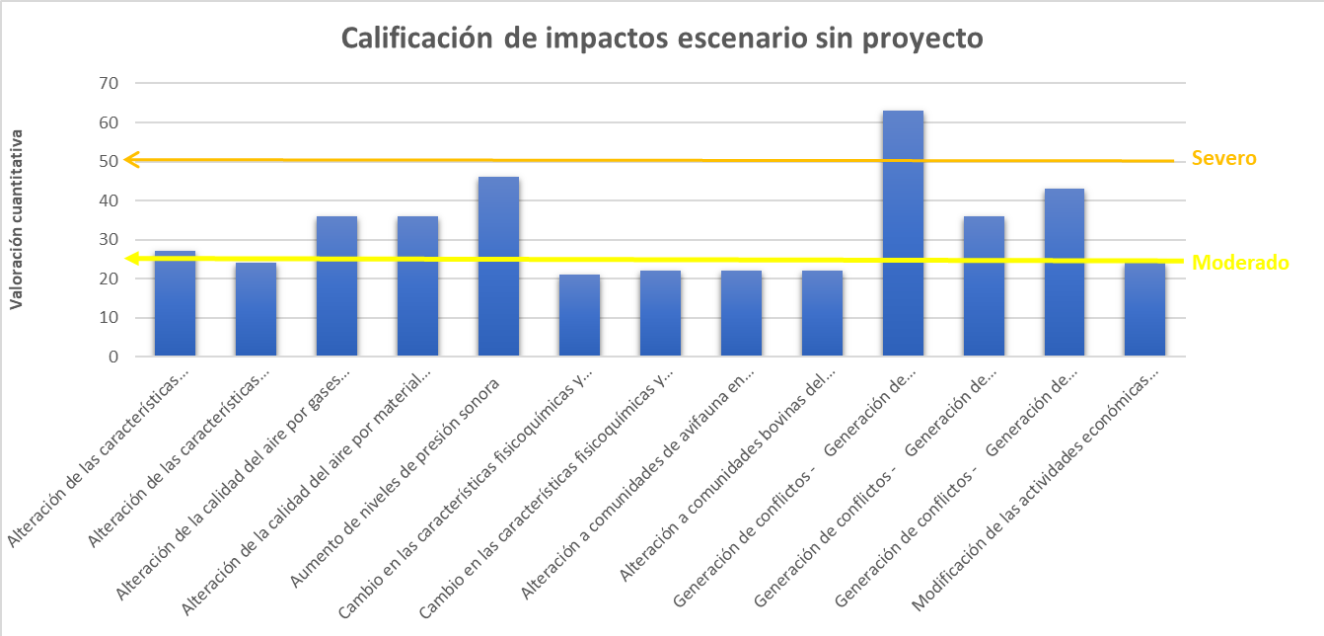


Ilustración 8-2. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos - escenario sin proyecto.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

En consecuencia a la valoración de impactos anteriormente descrita del escenario sin proyecto, se indican en la Tabla 8-8; en donde se establecen las características y descripción de los impactos relacionados por la actividades calificadas. Esto se desarrolla con el objeto de describir de manera detallada los resultados de cada impacto referido.

Tabla 8-8 Descripción de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario sin proyecto.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Según el listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del MADS (2020), este impacto implica cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Se considera que la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea por la generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en las áreas a cargo de Unidad Administrativa

	Especial de Aeronáutica Civil y tenedores de espacio, es de notabilidad ya que adicional a la generación de residuos convencionales y reciclables, se generan residuos peligrosos debido a mantenimientos de aeronaves, cambios de combustibles, aceites, residuos de partes electro mecánicas de las aeronaves como parte de la seguridad operacional aérea, los cuales requieren de un manejo y control especializado. Dentro de las medidas de manejo y control que se vienen desarrollando se encuentra el almacenamiento en centros de acopio pertenecientes a cada dependencia. No obstante, el almacenamiento irregular e inapropiado, podría ocasionar contaminación directa al recurso hídrico más cercano, representado primariamente en los canales de aguas lluvias próximas a cada área a cargo de la Aerocivil y/o tenedores de espacio. Su efecto es moderado, considerando que los centros de acopio se encuentran en condiciones adecuadas para el manejo y control de este impacto.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Eventualmente se puede dar la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea a causa de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, debido al inadecuado manejo de las aguas residuales provenientes de la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio tales como unidades administrativas y operativas de mantenimiento de aeronaves, casinos y restaurantes los cuales generan una carga orgánica alta. Para ambos casos, se cuenta con trampas de grasas que permiten prevenir el impacto hacia el alcantarillado público, esto con un adecuado mantenimiento y prevención de los mismos que disminuye la consideración del impacto valorado. Adicionalmente, en el área de tenedores de espacio de la Policía Antinarcóticos, se cuenta con una planta de recirculación de lavado de aeronaves, la cual se compone de una trampa de grasas y un filtro francés. Por dichos motivos de manejo y prevención, la categoría del impacto es irrelevante.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de gases contaminantes (CO_2, CO, SOx, NOx)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)
Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La alteración de la calidad del aire debido a la emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx) se asocia a aquellas actividades que involucren el uso de fuentes de emisión (fijas o móviles) para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio. Luego entonces en la operación regular del Aeropuerto Internacional El Dorado, se presentan alteraciones químicas del aire, producido por las siguientes fuentes y actividades de emisión: • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo. • Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Prueba de motores. • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. Aunque la dispersión de contaminantes en fase operativa del Aeropuerto se presenta tanto al interior como al exterior del aeródromo, los resultados de las caracterizaciones atmosféricas presentan una tendencia por debajo de los niveles permisibles por la norma nacional, catalogando este impacto como moderado debido a la calificación que se dio a los atributos considerados en la evaluación de impactos ambientales. Esta conclusión tiene sustento adicional en el tipo de actualización y calibración de los motores con la calidad de combustibles que se utilizan. Otra razón fundamental para concluir que estos impactos tienen efectos moderados al medio, es la comparación del aporte de gases contaminantes a la atmósfera que se emiten por la actividad de transporte aéreo con respecto al promedio global, tienen que solo es el 2% es atribuible a esta industria[36].

Componente	Abiótico

[36] (ATAG.ORG, 2020)

Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)
Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La suspensión de partículas en el aire debida a la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (actividades especificadas en la tabla 8-5) ocasiona alteración de la calidad del aire debido a la generación de material Particulado (PM 2.5 y PM10), por la combustión de los motores de las aeronaves en sus procedimientos aéreos en cercanía al aeropuerto. Las siguientes actividades son aquellas que representan en la ejecución operativa normal y escenario sin proyecto del Aeropuerto: • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo. • Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Prueba de motores. • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. Debido a la asignación de valores para cada atributo considerado en la evaluación de impactos, este se categoriza como moderado

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Aumento de niveles de presión sonora
Definición	Aunque el MADS (2020) define el impacto como cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido de un proyecto, obra o actividad, es pertinente hacer claridad en que para el proyecto se evalúa la emisión de ruido aeronáutico
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	El impacto se caracteriza y evalúa de acuerdo al aporte discretizado que se realiza por el nivel de ruido aeronáutico sobre los niveles de ruido ambiental (nivel global) de las estaciones del SVCA en el histórico de datos de dicho sistema. Así que las siguientes son las actividades que mayoritariamente generan impacto de niveles de presión sonora producto de la operación aérea sobre el medio: • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo.

	• Movilidad de Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Recinto Prueba de motores (como fuente de emisión de ruido). • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. De esta forma el impacto en este componente se caracteriza como moderado debido a que el aporte de ruido aeronáutico al nivel de ruido ambiental de las estaciones, es generalmente inferior a 3dBA en la diferencia de los dos niveles, lo cual indica que este impacto se encuentra inferior al doble de la energía sonora y por ende la tendencia del medio no es mayoritariamente afectada por esta emisión de fuentes de ruido aeronáutico resultante en periodos diurnos y nocturnos. No obstante, en la valoración socioeconómica, se representa para este mismo impacto un resultado diferente a causa de la molestia y sensibilidad de las personas a estos eventos aeronáuticos.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geosférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	La generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) es susceptible de ocasionar cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo en la medida en que no se garantice la gestión adecuada de los residuos sólidos, dando lugar a la generación de condiciones en las que la afectación sea posible durante la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio, específicamente por las actividades listadas en la Tabla 8-5

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geoesférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Considerando un escenario en el que no se ejecuten de manera adecuada las acciones establecidas en el protocolo de atención en caso de derrame de sustancias peligrosas, la escorrentía de los combustibles derramados es susceptible de ocasionar cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo debido a la pérdida de contención de sustancias

	químicas (combustible). Teniendo en cuenta los protocolos establecidos y la calificación asignada a cada uno de los atributos contemplados dentro de la evaluación de impactos ambientales, este impacto se categoriza como irrelevante

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Alteración a comunidades de avifauna en humedales.
Definición	Alteración de las características de comportamiento natural que tienen las especies de avifauna en humedales a causa la operación aérea.
Categoría	Irrelevante.
Descripción del impacto	Este impacto responde a la necesidad de integrar la emisión de ruido producto de la operación en lado aire de las aeronaves en los humedales del Aérea de Influencia y, el cambio de comportamiento en las características naturales que tienen las especies de avifauna al interior de estos ecosistemas. Dado que este impacto se encuentra relacionado por las comunidades y no existe una integración investigativa o teórica que argumente tal relación, se considera como un impacto subjetivo que es categorizada como irrelevante debido a falta de información que soporte tal afirmación. No obstante, este impacto se encuentra sujeto a desarrollo de estudios investigativos para determinar posibles afluencias que alteren de manera diferencial los resultados propuestos para la categoría de este impacto.

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza.
Definición	Alteración de las características de producción lecherea de comunidades bovinas en el municipio de Funza a causa de la operación aérea.
Categoría	Irrelevante.
Descripción del impacto	Este impacto responde a la necesidad de integrar la emisión de ruido producto de la operación en lado aire de las aeronaves por los predios agropecuarios del Aérea de Influencia y, el cambio de comportamiento en la producción lechera de las comunidades bovinas del municipio de Funza. Dado que este impacto se encuentra relacionado por las comunidades y no existe una integración investigativa o teórica que argumente tal relación, se considera como un impacto subjetivo que es categorizada como irrelevante a falta de información que soporte tal afirmación. No obstante, este impacto se encuentra sujeto a desarrollo de estudios investigativos para determinar posibles afluencias que alteren de manera diferencial los resultados propuestos para la categoría de este impacto.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Para el escenario sin implementación del proyecto sobre la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio, la emisión de ruido genera conflictos con la comunidad (sociales, culturales y políticos) asociados a la incomodidad y las afectaciones que percibe la población del área de influencia debidas al ruido emitido por las actividades enlistadas en la tabla 8-5, así como la generación de expectativas conforme a solicitudes, suposiciones, rumores e ideas generalizadas sobre mitigación y conceptos propios de las comunidades frente a los niveles de ruido producto de la operación aérea y que están relacionadas en su mayoría con los beneficios y/o perjuicios que se espera puedan generarse por las diferentes acciones o actividades que hacen parte del proyecto. Debido a la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos, y de las consideraciones de la comunidad frente a la percepción del impacto, este se categoriza como un impacto severo de naturaleza negativa.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX)
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Del mismo modo, para el escenario actual de la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio, la emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX) genera conflictos con la comunidad (sociales, culturales y políticos) toda vez que la población del área de influencia percibe afectaciones e incomodidades asociadas a la emisión de gases contaminantes de las actividades enlistadas en la tabla 8-5. Debido a

	la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos, este se categoriza como un impacto moderado de naturaleza negativa ya que este a su vez establece expectativas conforme a solicitudes, suposiciones, rumores e ideas generalizadas sobre la emisión de gases contaminantes producto de la operación aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Este impacto se encuentra relacionando a la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y la posible afluencia que este genera en los humedales y cuerpos de agua por el paso de las aeronaves, generando entonces conflictos y expectativas con la comunidad (sociales, culturales y políticos) asociados a la incomodidad y preocupación de la afectación en estos ecosistemas por la operación aérea. Debido a la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos, y de las consideraciones de la comunidad frente a la percepción del impacto, este se categoriza como un impacto moderado de naturaleza negativa.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Económico
Elemento	Economía local
Aspecto	Dinámica económica local y regional
Impacto	Modificación de las actividades económicas de la zona.
Definición	Cambio en los incentivos, estímulos y/o condiciones para el desarrollo de las actividades económicas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, que generan: i) Modificación en la estructura de la propiedad, dependencia y formas de tenencia ii) Cambio en actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario , iii) Cambio en las actividades económicas tradicionales y/o el turismo y/o la recreación, iv) Modificación de programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, v) Cambio en las características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y su condición laboral, vi) Cambio en la tendencias del empleo en el corto y mediano plazo, vii) afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia, entre otros. (MADS, 2020)
Categoría	Moderado

Descripción del impacto	Este impacto se relaciona directamente con el beneficio económico regional y del país, que se obtiene por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y por ende es de naturaleza positiva. Regional o localmente, se ve evidenciado en principal medida con sectores económicos inherentes a la terminal aérea y su ubicación tales como Hoteles, lugares de interés, restaurantes, entre otros servicios. De forma general se evidencia a causa del desarrollo turístico internacional y la conexión de transporte de carga aéreo. No obstante, este impacto esta categorizado como irrelevante debido a la poca percepción de beneficio integral económico que este proyecto representa en el desarrollo industrial, tecnológico y macro económico para un país.

Fuente: Elaboración propia del estudio.

8.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

La evaluación del escenario con proyecto, se sujetan a las valoraciones e identificaciones de impactos y sus magnitudes de acuerdo con la metodología de implementación desarrollada en el presente capítulo. Es así que los impactos valorados se ajustan a las actividades descritas en la Tabla 8-3, Tabla 8-4 y Tabla 8-5, permitiendo obtener los resultados cualitativos y cuantitativos de los impactos ambientales a generar por la operación del presente proyecto objeto a licenciamiento ambiental.

Luego entonces, la valoración de los impactos es justificada en cuanto a la línea base de cada elemento (Abiótico, Biótico y Socioeconómico) identificado y caracterizado a partir de los resultados en estudios, presentándose en el Capítulo 5 - Caracterización del área de influencia del presente Estudio de Impacto Ambiental. Así las cosas, los resultados de valoración son cuantificados y evaluados a partir de las consideraciones del escenario sin proyecto, debido a que este obedece a la relación de impactos y efectos en el medio preexistentes, suponiendo los posibles efectos adicionales para el desarrollo de las actividades en función de la configuración operacional aeroportuaria propuesta como objeto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. según lo indicado referente a la metodología sobre evaluación ambiental (Resolución 1408 de 2018 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) :

> *"(…) 7.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO*
>
> *A partir de las calificaciones asignadas a cada impacto, efectuadas durante la evaluación ambiental para el escenario sin proyecto, se deben identificar, describir y valorar los impactos que generaría el proyecto sobre el entorno y que resultan de la interacción entre las actividades del mismo y los factores de cada componente. (…)"*

La extrapolación de resultados para efectos de valoración y evaluación ambiental del escenario con proyecto; es efectuada a partir de la ejecución de métodos de cálculo con la práctica de algoritmos predictivos (modelos acústicos en software AEDT - CadnaA) ya que estos ofrecen un alto grado de confiabilidad de resultados predictivos por el desarrollo investigativo previo a la aprobación e inclusión de los métodos de cálculo en cualquier software de modelación. Asimismo, este método suele ser de mayor precisión que los de la metodología de modelos de regresiones (lineal, múltiple, logarítmica, exponencial, etc.) y sus derivaciones o similitudes con otros métodos, debido a la diversa exactitud en la demostración probabilística que se debe desarrollar en la aprobación y comprobación en estos casos particulares. Por tal razón, para este estudio, se toma en consideración la elaboración de modelos predictivos acústicos que determinan como resultado el comportamiento acústico frente a la propuesta operacional del presente EIA (Ver anexo modelo de propagación sonora Aeropuerto Internacional El Dorado – EIA).

A partir de los resultados que se obtuvieron en el modelo predictivo de ruido, se determina este como la proyección del área de influencia para el proyecto, ya que este es de concordancia con la definición del área de influencia al ser el impacto con mayor relevancia y por ende, el que se superpone frente a los demás componentes de análisis en el presente Estudio de Impacto Ambiental por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado. De tal forma, que se identifican las áreas y zonas de cobertura adicionales por la exposición de niveles de ruido del indicador acústico LDN de 65 dBA.

Así, en el desarrollo continuo de esta sección, se mostrarán los elementos que dan a consideración y justificación a partir de los resultados obtenidos como una incidencia en la cuantificación, análisis y valoración de los impactos en este escenario.

Tabla 8-9. Áreas de influencia asociadas a la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en el marco de licenciamiento ambiental

	Área de Influencia Km^2
Año 2014	37,04
Año 2019	22,38
Proyecto EIA	26,17

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Estos análisis permiten en primera relación indicar que, el área de influencia determinado por el contorno acústico LDN de 65 dBA para el año 2014 era 10.87 Km^2 más amplia que la curva estimada para el proyecto EIA, infiriendo que la exposición sonora por la operación propuesta (Escenario con proyecto), presentaría una intersección con zonificaciones ya expuestas a niveles de ruido en un grado diferencial de impactos que fueron mitigados por medidas efectivas en las actividades desarrolladas por los planes de manejo ambiental de la Resolución 1034 de 2015 (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), que a su vez, este proyecto propone medidas de manejo ambiental que logren el mismo objetivo de mitigación y reducción de impactos. Esto finalmente permite aportar que la

operación propuesta y actividades a ejecución de la modificación de licencia, no contempla escenarios de impactos adicionales o sobredimensionados a los ya contemplados y cuantificados dimensionalmente durante la ejecución operativa desde el año 2015 para el aeropuerto y de los cuales se darán a demostrar durante el desarrollo de esta sección del capítulo.

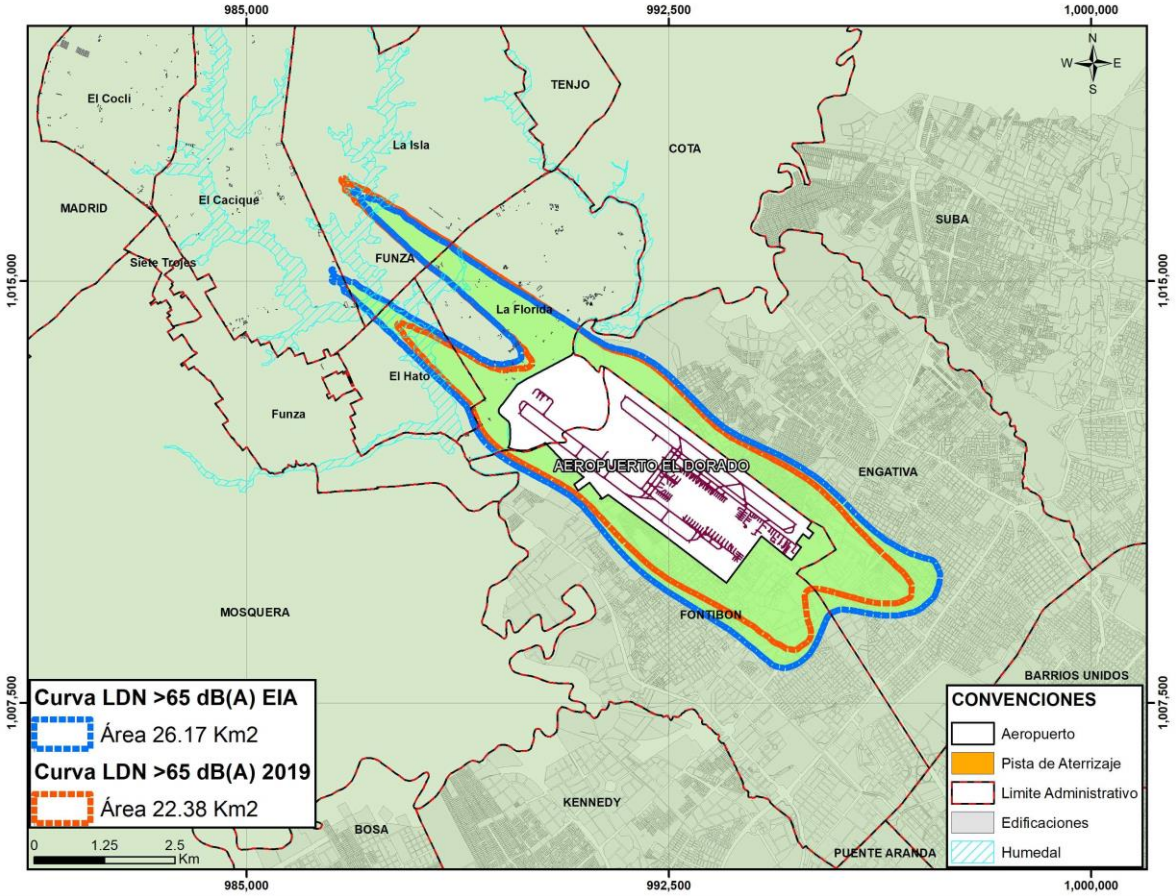


Ilustración 8-3 Área de influencia con proyecto vs sin proyecto - curva del indicador acústico LDN de 65 dBA
Fuente: Elaboración propia del estudio.

A partir de todos las condiciones, características y compendios relacionados anteriormente en la evaluación y análisis de los escenarios con proyecto y sin proyecto, se determinan como elementos de congruencia en la decisión de valoración de impactos en los atributos y sus efectos derivados como evaluación ambiental objeto del desarrollo del presente capítulo. La caracterización de áreas de influencia y comparativos entre estos mismos, se realiza la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales como diagnóstico, identificación y análisis de estos. No obstante, es primordial indicar que la relación de actividades que se llevarán a cabo por la implementación de este proyecto no obedece a nuevas acciones, relación de infraestructura adicional y/o construcción u operación de

nuevas pistas; ya que el proyecto mantiene las mismas actividades e infraestructura esenciales para la prestación de los servicios a la navegación aérea, este a su vez se basa en el ajuste estratégico de la operación aérea que se ejecutaría en la terminal aérea.

Asimismo, el comparativo determina en índices cualitativos el crecimiento relacional y dimensional del área de influencia para las localidades distritales de Engativá y Fontibón ratificando el análisis evidenciado cartográficamente y que hacen parte entonces de las consideraciones de valoración y evaluación ambiental referente a este aspecto.

Tabla 8-10 Distribución del área de influencia escenario con proyecto y sin proyecto.

	Área Localidades y municipios (km²) Escenario sin proyecto				Área Localidades y municipios (km²) Escenario con proyecto			
	ENGATIVÁ	FONTIBÓN	FUNZA	Área Aeropuerto	ENGATIVÁ	FONTIBÓN	FUNZA	Área Aeropuerto
Área Curva LDN	4,18	4,45	4,70	9,05	5,78	5,85	5,17	9,37
% área expuesta	18,69%	19,88%	21,01%	40,42%	22,09%	22,34%	19,76%	35,80%
TOTAL Área - (km²)	22,38				26,17			

Mediante la representatividad que genera el área de influencia del proyecto en la totalidad de áreas para las divisiones político-administrativas de las localidades de Engativá y Fontibón (Pertenecientes al distrito) y el Municipio de Funza, se determinaron los índices de crecimiento en áreas y su equivalencia para el entorno. Como resultado, el área de influencia del proyecto tiende a generar un equilibrio homogéneo para las localidades de Engativá y Fontibón, ya que en ambas el factor de crecimiento fue de aproximadamente 1.6 Km^2 y el municipio de Funza es de 0,6 Km. Se debe tener en cuenta que, en el caso del área estimada para la localidad de Fontibón, esta área relaciona los predios del Aeropuerto Internacional El Dorado, ya que el distrito incluye la zona aeroportuaria reconocida como UPZ-117 a la división político administrativa para la localidad de Fontibón.

Tabla 8-11 Representación del área de influencia en las divisiones político-administrativas escenario con proyecto y sin proyecto.

	Área Localidades y municipios (km²) Escenario sin proyecto			Total	Área Localidades y municipios (km²) Escenario con proyecto			Total
	ENGATIVÁ	FONTIBÓN	FUNZA		ENGATIVÁ	FONTIBÓN	FUNZA	
Área Total Político-Administrativo	35,85	33,25	71,00	140,11	35,85	33,25	71,00	140,11
Cobertura del Área Influencia	4,18	11,47	6,73	22,38	5,78	13,02	7,37	26,17
% área expuesta	11,67%	34,48%	9,48%	10,20%	16,13%	39,15%	10,38%	18,68%

Tabla 8-12 Factor de crecimiento del área de influencia en las divisiones político-administrativas escenario con proyecto y sin proyecto.

Área Curva LDN	Engativá	Fontibón	Funza
	Área en Km^2	Área en Km^2	Área en Km^2
Escenario con proyecto	5,78	13,02	7,37
Escenario sin proyecto	4,18	11,47	6,73
Factor de crecimiento	1,6	1,6	0,6

Las incidencias y resultados determinados por los métodos de cálculo predictivos (modelación acústica escenario con proyecto) generan los índices relacionales para la valoración del aspecto de emisión de ruido y su impacto en los diferentes medios abiótico biótico y socioeconómico tenidos en cuenta en la realización del presente Estudio de Impacto Ambiental a causa de su importancia y reconocimiento los cuales son cuantificados a partir de los derivaciones de los índices señalados anteriormente.

En el caso de la intersección del área de influencia para el proyecto con unidades territoriales como análisis del conflicto del uso del suelo, se tiene como resultado la interacción con las mismas Unidades de Planeamiento Zonal del escenario sin proyecto, conformadas para las localidades de Engativá y Fontibón, y en el caso del Municipio de Funza se obtiene mediante el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) en la siguiente manera:

- **Localidad de Engativá:**

Tabla 8-13 Relación de intersección del área de influencia con Unidades de Planeamiento Zonal - Engativá.

UPZ Escenario sin proyecto	UPZ Escenario con proyecto	Nombre	Modalidad de UPZ
UPZ-73	UPZ-74	Engativá	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ–116	UPZ–116	Álamos	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ-73	UPZ-73	Garcés Navas	Consolidación
UPZ-30	UPZ-30	Boyacá Real	Consolidación
UPZ-31	UPZ-31	Santa Cecilia	Consolidación

Fuente: Elaboración propia del estudio adaptado de (Secretaría Distrital de Planeación - SDP, 2021).

- **Localidad de Fontibón:**

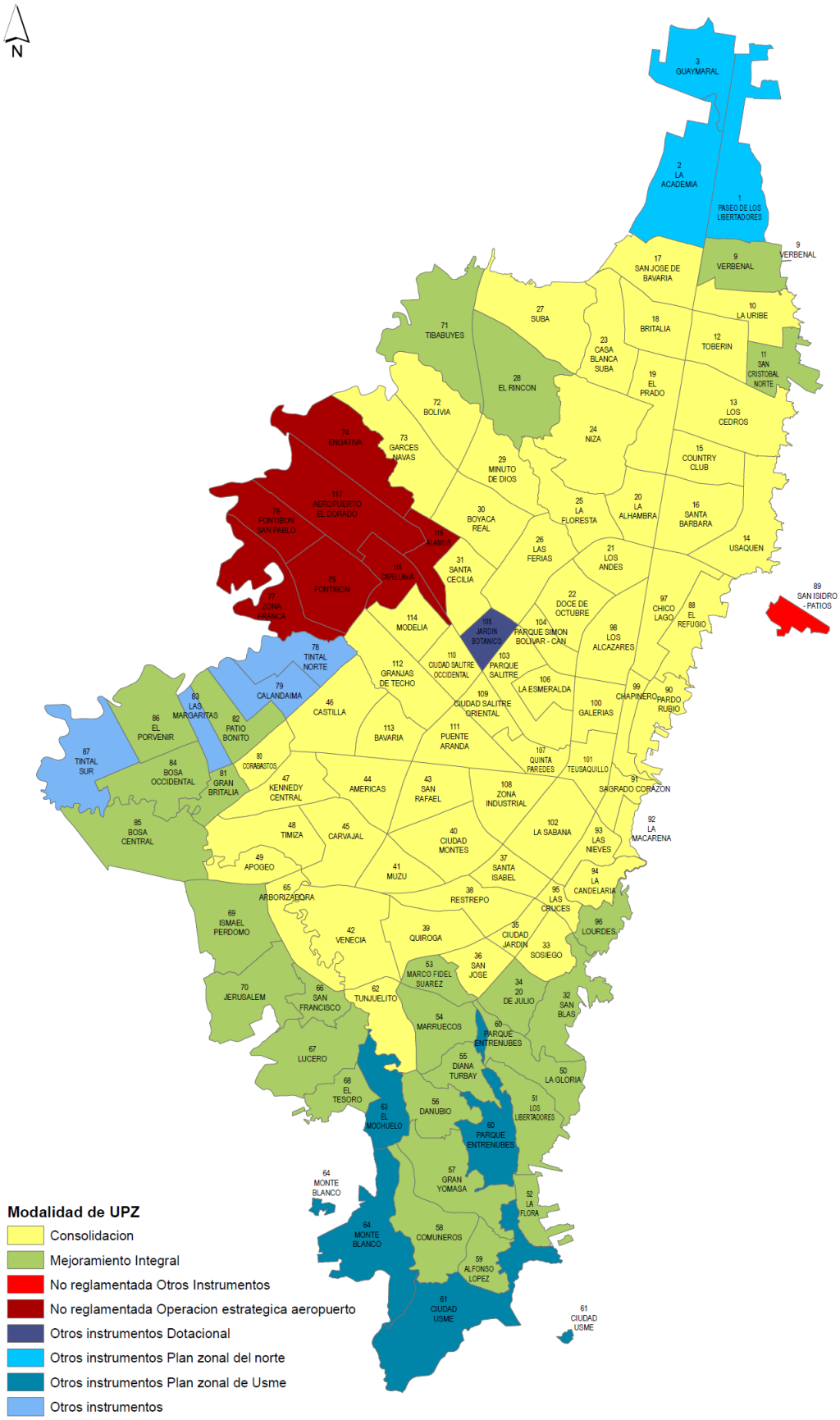
Tabla 8-14 Relación de intersección del área de influencia con Unidades de Planeamiento Zonal - Fontibón.

Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto	Nombre	Modalidad de UPZ
UPZ-115	UPZ-115	Capellanía	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ–75	UPZ–75	Fontibón	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ-117	UPZ-117	Aeropuerto El Dorado	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ-76	UPZ-76	Fontibón San Pablo	No reglamentada operación estratégica aeropuerto
UPZ-114	UPZ-114	Modelia	Consolidación

Fuente: Elaboración propia del estudio adaptado de (Secretaría Distrital de Planeación - SDP, 2021).

Cabe resaltar que las disposiciones que fueron argumentadas anteriormente referidas a la modalidad de las Unidades de Planeación Zonal para el Distrito Capital, surgen de la integración de información a partir de la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental (Aspectos técnicos de elaboración) junto con su caracterización de área de influencia (Capítulo 5 del presente EIA) y la consolidación de reglamentaciones jurídicas en el marco del alcance normativo de las entidades territoriales competentes para la reglamentación del uso del suelo y que son referidas en este caso por la Secretaría Distrital de Planeación – SDP de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.:

- Imagen de las Unidades de Planeamiento Zonal, Normas Comunes y otros actos que definen normas urbanísticas en el área urbana de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación - SDP, 2021):


N
3 GUAYMARAL
2 LA ACADEMIA
1 PASEO DE LOS LIBERTADORES
9 VERBENAL
17 SAN JOSE DE BAVARIA
10 LA URIBE
27 SUBA
18 BRITALIA
12 TOBERIN
11 SAN CRISTOBAL NORTE
71 TIBABUYES
23 CASA BLANCA SUBA
19 EL PRADO
28 EL RINCON
13 LOS CEDROS
72 BOLIVIA
24 NIZA
74 ENGATIVA
73 GARCES NAVAS
15 COUNTRY CLUB
29 MINUTO DE DIOS
117 AEROPUERTO EL DORADO
20 LA ALHAMBRA
16 SANTA BARBARA
76 FONTIBON SAN PABLO
30 BOYACA REAL
25 LA FLORESTA
14 USAQUEN
115 ALAMOS
26 LAS FERIAS
21 LOS ANDES
31 SANTA CECILIA
115 CAPELLANIA
89 SAN ISIDRO - PATIOS
75 FONTIBON
22 DOCE DE OCTUBRE
97 CHICO LAGO
77 ZONA FRANCA
88 EL REFUGIO
114 MODELIA
105 JARDIN BOTANICO
104 PARQUE SIMON BOLIVAR - CAN
98 LOS ALCAZARES
78 TINTAL NORTE
110 CIUDAD SALITRE OCCIDENTAL
103 PARQUE SALITRE
112 GRANJAS DE TECHO
106 LA ESMERALDA
99 CHAPINERO
79 CALANDAIMA
109 CIUDAD SALITRE ORIENTAL
90 PARDO RUBIO
83 LAS MARGARITAS
46 CASTILLA
100 GALERIAS
86 EL PORVENIR
82 PATIO BONITO
113 BAVARIA
111 PUENTE ARANDA
87 TINTAL SUR
80 CORABASTOS
107 QUINTA PAREDES
101 TEUSAQUILLO
84 BOSA OCCIDENTAL
81 GRAN BRITALIA
47 KENNEDY CENTRAL
44 AMERICAS
43 SAN RAFAEL
108 ZONA INDUSTRIAL
91 SAGRADO CORAZON
85 BOSA CENTRAL
48 TIMIZA
45 CARVAJAL
40 CIUDAD MONTES
102 LA SABANA
93 LAS NIEVES
92 LA MACARENA
49 APOGEO
41 MUZU
37 SANTA ISABEL
94 LA CANDELARIA
65 ARBORIZADORA
38 RESTREPO
95 LAS CRUCES
69 ISMAEL PERDOMO
96 LOURDES
42 VENECIA
39 QUIROGA
35 CIUDAD JARDIN
33 SOSIEGO
36 SAN JOSE
53 MARCO FIDEL SUAREZ
34 20 DE JULIO
70 JERUSALEM
66 SAN FRANCISCO
62 TUNJUELITO
32 SAN BLAS
54 MARRUECOS
60 PARQUE ENTRENUBES
67 LUCERO
55 DIANA TURBAY
50 LA GLORIA
68 EL TESORO
56 DANUBIO
51 LOS LIBERTADORES
63 EL MOCHUELO
60 PARQUE ENTRENUBES
64 MONTE BLANCO
57 GRAN YOMASA
52 LA FLORA
64 MONTE BLANCO
58 COMUNEROS
59 ALFONSO LOPEZ
61 CIUDAD USME
61 CIUDAD USME
Modalidad de UPZ
Consolidacion
Mejoramiento Integral
No reglamentada Otros Instrumentos
No reglamentada Operacion estrategica aeropuerto
Otros instrumentos Dotacional
Otros instrumentos Plan zonal del norte
Otros instrumentos Plan zonal de Usme
Otros instrumentos

- **Municipio de Funza:**

Para el caso de valoración de los impactos en el municipio de Funza se tiene en cuenta los resultados de diferencia de área resultante del escenario con proyecto y sin proyecto en la aplicación de conflictividad con el uso de suelo según lo reglamentado por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT del Municipio de Funza mediante el Decreto Municipal No. 000140 de 13 de septiembre de 2000 y sus adhesiones. Donde las Unidades territoriales que tienen una intersección con el área de influencia del proyecto obedecen en su mayoría a la reglamentación de distinción de uso de suelo asociado a las actividades rurales tales como agrícolas y/o ganaderas.

Tabla 8-15 Relación de intersección del área de influencia con Unidades territoriales del Municipio de Funza.

Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto	Reglamentación
Vereda La Florida	Vereda La Florida	Reglamentación de actividades rurales por el PBOT
Vereda La Isla	Vereda La Isla	Reglamentación de actividades rurales por el PBOT
Vereda El Hato	Vereda El Hato	Reglamentación de actividades rurales por el PBOT
	Vereda El Cacique	Reglamentación de actividades rurales por el PBOT

Fuente: Elaboración propia del estudio adaptado de información municipal de Funza

Si bien se tiene presente que los resultados determinan la adhesión de la Vereda El Cacique del Municipio de Funza al área de influencia determinada por el escenario con proyecto; se debe señalar que la representación de equivalencia del área de esta vereda con respecto a la totalidad del área de influencia en el municipio (5.18 Km^2) por la ejecución del proyecto, corresponde al 0.8% por la relación de 0.04 Km^2 en donde se determinaron niveles de exposición sonora producto de la propuesta operacional objeto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado en este sector del municipio de Funza.

Tabla 8-16 Relación de intersección del área de influencia escenario con proyecto - Municipio de Funza.

El Cacique	El Hato	La Florida	La Isla	Total
0,04	1,19	3,14	0,81	5,18
0,8%	23,0%	60,6%	15,6%	

Fuente: Elaboración propia del estudio.

A continuación, se presenta la identificación cuantitativa de aspectos e impactos relacionales a las actividades por la operación del proyecto consolidada como matriz de valoración cuantitativa:

Tabla 8-17 Matriz de identificación de impactos para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (escenario con proyecto)

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO																						
					ACTIVIDADES																	
					OPERACIÓN (LADO AIRE)													OPERACIÓN (TENEDORES DE ESPACIO Y ÁREAS A CARGO DE LA AEROCIVIL)				
MEDIO	**COMPONENTE**	**ELEMENTO**	**ASPECTO**	**IMPACTOS**	Prestación de servicios aeronáuticos a cargo de la Aerocivil (**Torre de control**, **RADAR** y **SAR**)	Control superficie	Procedimiento de despegue	Procedimiento para el uso de APU's	Vuelo de aeronaves	Procedimiento para aterrizaje	Procedimiento para abandono de pista	Procedimiento de parqueo	Recinto prueba de motores 24/7 (Como fuente de emisión de ruido)	Mantenimientos de drenajes	Mantenimientos de zonas de seguridad	Mantenimientos de jarillones	Mantenimiento de pistas y calles de rodaje	Instalación, mantenimiento y operación de Radioayudas y Ayudas Visuales	Actividades administrativas **(Áreas no concesionadas)**	Reparación y mantenimiento de aeronaves **(CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejército, Armada Nacional/Aviación Naval, SATENA, CATAM y Nuevo Hangar de la Aerocivil)**	Prestación de servicios aéreos / transporte de personal **(CIAC, Policía Antinarcóticos, División de Asalto Aéreo del Ejército, Armada Nacional/Aviación Naval, SATENA y CATAM)**	Almacenamiento de bienes muebles y activos fijos **(Almacén General)**	Suministro de energía y servicios electromecánicos **(CNA-RADAR, Subestación de comunicaciones Rondón 15 , Radioayudas y Ayudas Visuales)**
ABIÓTICO	**HÍDRICO**	Agua	Generación residuos sólidos. (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea			X		X	X	X	X								X	X		X
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas.	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea.	X									X					X	X			

	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		340
			Emisión de material Particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material Particulado (PM 2.5 y PM10)		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
			Emisión de ruido	Incremento de niveles de presión sonora.		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
	GEOSFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo.	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo.	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Emisión de ruido.	Alteración a comunidades de avifauna del Humedal Gualí.		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
			Emisión de ruido.	Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza.		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Usos y relación con el medio ambiente	Emisión de ruido	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X		
			Emisión de gases contaminantes (CO_2, CO, SO_X, NO_X)	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X								X	X		
			Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas	Generación de conflictos – Generación de Expectativas		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X		
			Gestión del riesgo	Generación de conflictos – Generación de Expectativas			X		X	X	X	X								X	X		X
	ECONÓMICO	Economía local	Dinámica económica local y regional	Modificación de las actividades económicas de la zona.	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X	X		

Nota:
Agrupa actividades de oficina que se desarrollan en todas las áreas de a cargo de la Aeronáutica Civil y tenedores de espacio, es decir:

- Torre de control - Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia (CGAC)
- Nuevo Edificio Administrativo de la Aeronáutica Civil (NEAA)
- Centro Nacional de Aeronavegación (CNA-RADAR)
- Salvamento, búsqueda y rescate (SAR)
- Nuevo Almacén de la Aeronáutica Civil (NAA)
- Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA)
- Nuevo Hangar de la Aerocivil
- Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC)
- Servicio Aéreo a Territorios Nacionales (SATENA)
- Armada Nacional / Aviación Naval
- División de Asalto Aéreo Ejército Nacional (Brigada 33)
- Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM)
- Policía Nacional Dirección Antinarcóticos (DIRAN)

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Los siguientes son los resultados consolidados y resumen cuantitativo de la evaluación de impactos ambientales desarrollados en la matriz de impactos - Anexo A y son consecuencia de la valoración de impactos ambientales que se generarían por el desarrollo e implementación del presente proyecto de modificación de licencia ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado. Adicionalmente, es importante señalar que la calificación consolidada corresponde al resultado del valor máximo obtenido mediante la evaluación del impacto asociado a las diferentes actividades y no de la ponderación de estas calificaciones. Lo anterior con el fin de referenciar la mayor calificación del impacto por la actividad generadora en este.

En continuidad con la metodología establecida para el desarrollo de la presente evaluación ambiental, se relacionan las calificaciones obtenidas de mayor valoración de cada actividad, a causa de los impactos ambientales de cada componente y subcomponente del escenario con proyecto objeto a licenciamiento. En la Tabla 8 19 se observa la tabla resumen de los resultados de la evaluación ambiental del proyecto.

Tabla 8-18 Evaluación de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario con proyecto

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-27	MODERADO
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-24	IRRELEVANTE
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	-40	MODERADO
			Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)	-40	MODERADO
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora	-47	MODERADO
	GEOESFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-21	IRRELEVANTE

			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-22	IRRELEVANTE
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Emisión de ruido	Alteración a comunidades de avifauna del Humedal Gualí	-22	IRRELEVANTE
				Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza	-22	IRRELEVANTE
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Usos y relación con el medio ambiente	Emisión de ruido	Generación de conflictos – Generación de Expectativas.	-67	SEVERO
			Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX)	Generación de conflictos – Generación de Expectativas.	-39	MODERADO
			Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas	Generación de conflictos – Generación de Expectativas.	-44	MODERADO
			Gestión del riesgo	Generación de conflictos – Generación de Expectativas.	-25	MODERADO
	ECONÓMICO	Economía local	Dinámica económica local	Modificación de las actividades económicas de la zona.	+27	MODERADO

Fuente: Elaboración propia del estudio.

El 35.7% de los impactos identificados y evaluados para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio, considerando un escenario con proyecto, se categorizan como irrelevantes; el 57.1% de los impactos contemplados responde a impactos de carácter moderado y se generan en su mayoría en el componente socioeconómico con uno de ellos catalogado como impacto positivo. Adicionalmente, se tiene que para el caso de generación de conflictos y de expectativas ocasionada por el aspecto de emisión de ruido, este es categorizado como impacto severo debido a su calificación asociada en la valoración de cada actividad.

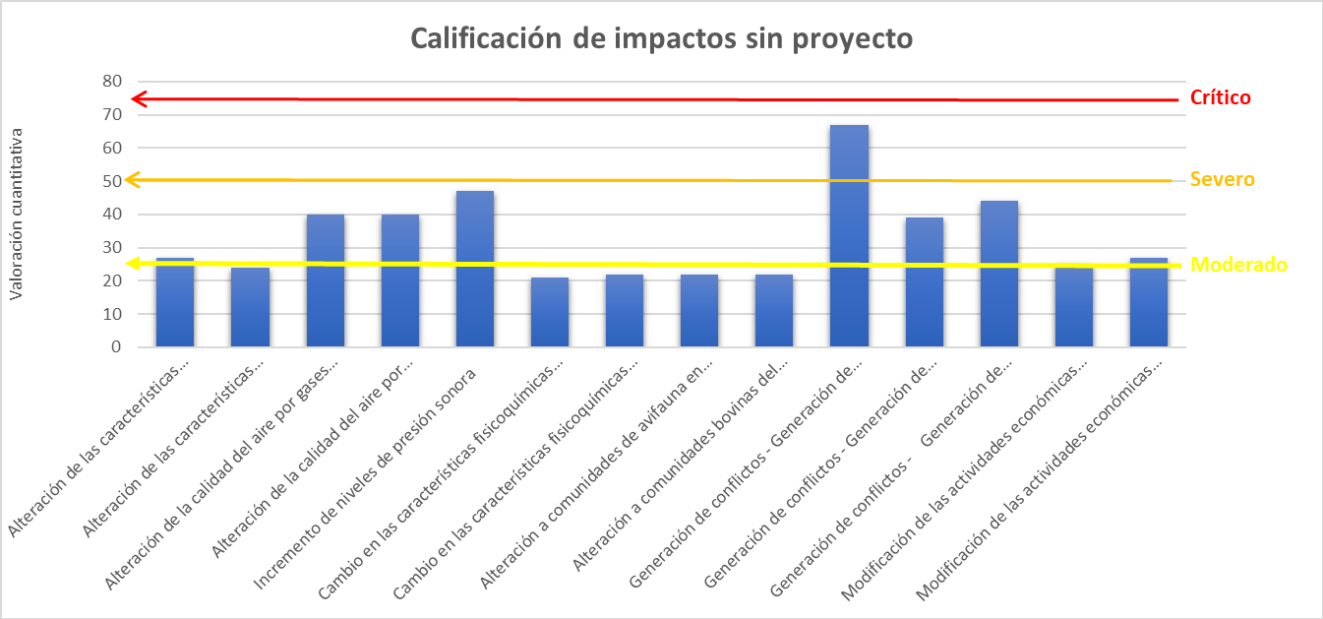


Ilustración 8-4. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos - escenario con proyecto.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

En la siguiente ilustración (Ilustración 8 30), se establece la interacción de impactos y su valoración cuantitativa para los escenarios contemplados con proyecto y sin proyecto en el desarrollo metodológico de este capítulo. Donde en la gráfica, se presentan mayores valores en el componente socioeconómico a manera comparativa con respecto a los demás medios, con un énfasis en la Generación de conflictos y expectativas por el aspecto de emisión de ruido a causa de la operación y actividades del proyecto. Asimismo, se observa que la menor cuantía de valoración de impactos se encuentra asociado al componente biótico, esto se debe a que, a la fecha de elaboración del presente estudio de impacto ambiental se encuentra en desarrollo diferentes estudios investigativos que permitirán relacionar los posibles impactos asociados a los niveles de presión sonora a causa de la operación aérea que sobre vuelan los ecosistemas del área de influencia. En síntesis, la comparación del escenario con proyecto y sin proyecto permite evidenciar un crecimiento ligeramente significativo en los impactos del componente abiótico y socioeconómico, principalmente por la actividad de desarrollo de la industria del transporte aéreo y la generación de retos ambientales y sociales que ello conlleva.

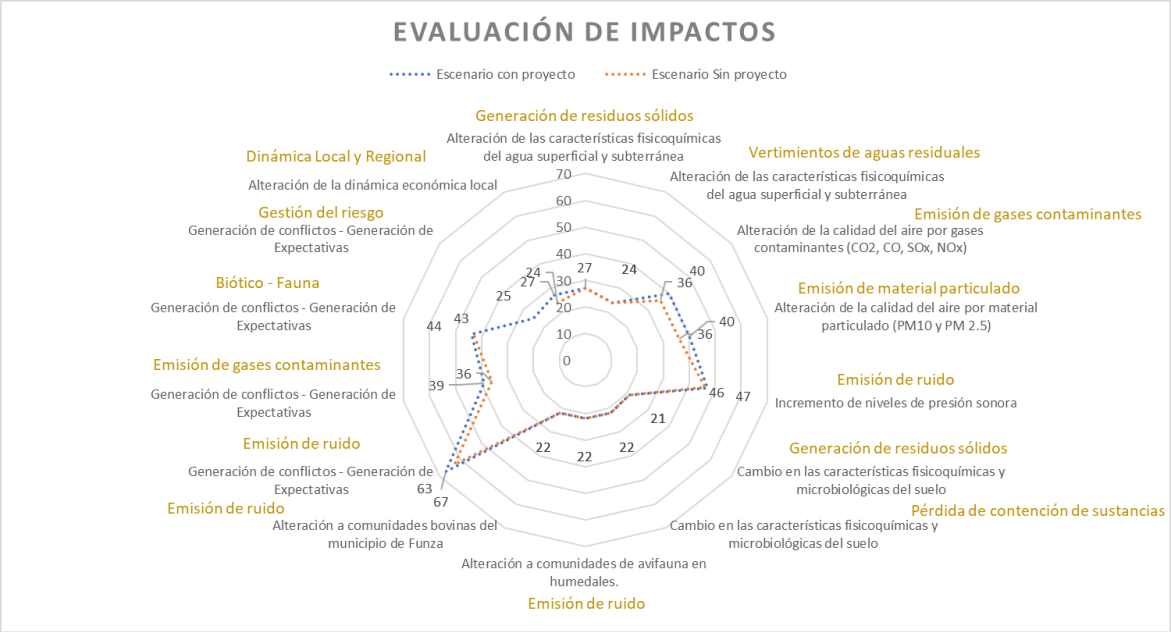


Ilustración 8-5. Resultados comparativos de los escenarios con y sin proyecto de la valoración cuantitativa de los impactos.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

La siguiente tabla (Tabla 8 20), se relaciona de manera descriptiva los impactos y su asociación al componente, subcomponente, elemento, aspecto, impacto, definición, categoría y descripción del impacto como resultante por la valoración efectuada del escenario con la implementación del proyecto y sus respectivas actividades. Dicha caracterización será de insumo primario en la determinación de elaboración de planes de manejo ambiental que garanticen la correspondiente mitigación, corrección o compensación de los impactos identificados a un manejo y control ambiental por la modificación de licenciamiento ambiental para el Aeropuerto internacional El Dorado.

Tabla 8-19 Descripción de impactos ambientales para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio para el escenario con proyecto.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	En concordancia al escenario sin proyecto, se considera que la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea por la

	generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) en las áreas a cargo de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil y tenedores de espacio, es de notabilidad y se considerará igualmente de seguimiento, ya que adicional a la generación de residuos convencionales y reciclables, se generan residuos peligrosos debido a mantenimientos de aeronaves, cambios de combustibles, aceites, residuos de partes electro mecánicas de las aeronaves, entre otras; lo anterior como parte de la seguridad operacional aérea y que si bien con la implementación del proyecto no se realizarán actividades que sobredimensionen este impacto, si se requieren de una continuidad de manejo y control especializado. Dentro de las medidas de manejo y control que se vienen ejecutando para este impacto, y que para la ejecución del presente proyecto se continuará con el almacenamiento en centros de acopio pertenecientes a cada dependencia. Se entiende que el almacenamiento irregular e inapropiado, podría ocasionar contaminación directa al recurso hídrico más cercano, representado primariamente en los canales de aguas lluvias próximas a cada área a cargo de la Aerocivil y/o tenedores de espacio. Su efecto es moderado y se obtiene la misma calificación del escenario sin proyecto, considerando que los centros de acopio se encuentran en condiciones adecuadas para el manejo y control de este impacto a pesar de que sean cambiadas las horas de operación de las pistas.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Este impacto mantiene las mismas características valorativas que el escenario sin proyecto ya que los cambios planteados no pretenden adicionar infraestructura o actividades que afecten de manera directa la calificación de este impacto. Adicionalmente, se puede dar la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea a causa de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, debido al inadecuado manejo de las aguas residuales provenientes de la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio tales como unidades administrativas y operativas de mantenimiento de aeronaves, casinos y restaurantes, los cuales generan una carga orgánica alta.

	Para ambos casos, se cuenta con trampas de grasas que permiten prevenir el impacto hacia el alcantarillado público, esto con un adecuado mantenimiento y prevención de los mismos que disminuye la consideración del impacto valorado. Adicionalmente, en el área de tenedores de espacio de la Policía Antinarcóticos, se cuenta con una planta de recirculación de lavado de aeronaves, la cual se compone de una trampa de grasas y un filtro francés. Por dichos motivos de manejo y prevención, la categoría del impacto es irrelevante.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)
Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Con la implementación del proyecto, se considera una valoración adicional a la alteración de la calidad del aire debido a la emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx). De tal forma que se representan la continuidad de actividades con el uso de fuentes de emisión (fijas o móviles) para la operación del aeropuerto en función de las características operativas propuestas en este. Luego entonces, en la operación propuesta para el Aeropuerto Internacional El Dorado, se presentan alteraciones químicas del aire, producido por las siguientes fuentes y actividades de emisión: • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo. • Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Prueba de motores. • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. Aunque la dispersión de contaminantes en fase de ejecución operativa del Aeropuerto se presenta tanto al interior como al exterior del aeródromo, los resultados de las caracterizaciones atmosféricas como de los modelos predictivos de dispersión de contaminantes atmosféricos con la propuesta de modificación de operación (software); presentan una tendencia por debajo de los niveles permisibles por la norma nacional, sin embargo, este impacto es catalogando como moderado, por la emisión local que se presenta en algunos contaminantes atmosféricos objeto al seguimiento y control de una operación aérea ambientalmente sostenible. Esta conclusión tiene sustento adicional en

	el tipo de actualización y calibración de los motores con la calidad de combustibles que se utilizan y el plan de renovación de flota aérea que vienen ejecutando por los operadores aéreos. Otra razón fundamental para concluir que estos impactos tienen efectos moderados al medio, es la comparación del aporte de gases contaminantes a la atmósfera que se emiten por la actividad de transporte aéreo con respecto al promedio global, tienen que solo es el 2% es atribuible a esta industria[37].

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)
Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Con la fase de ejecución operativa planteada para el proyecto, se establece que las siguientes son las actividades que representarán aportes a la alteración de la calidad del aire local por material particulado (PM 2.5 y PM 10). Este análisis representó el incremento de la calificación atribuible al escenario con proyecto por la implementación de operaciones aéreas distribuidas de la forma en que se plantea la configuración operacional de las pistas para este proyecto. • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo. • Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Prueba de motores. • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. Debido a la asignación de valores para cada atributo considerado en la evaluación de impactos, este se categoriza como moderado objeto a seguimiento y control; esto por la proyección de renovación de flota aérea con intervención a reducción y mayor calidad en la combustión de los motores de uso de las aeronaves en sus procedimientos aéreos.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire

[37] (ATAG.ORG, 2020)

Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Aumento de niveles de presión sonora
Definición	Aunque el MADS (2020) define el impacto como cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido de un proyecto, obra o actividad, es pertinente hacer claridad en que para el proyecto se evalúa la emisión de ruido aeronáutico
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La línea base de este impacto es obtenida por la ejecución operativa del aeropuerto en los últimos años y los históricos de datos de niveles de presión sonora asociados al ruido aeronáutico; lo que ha permitido caracterizar los niveles de ruido en el entorno de las estaciones de monitoreo del SVCA, así, las siguientes son las actividades que mayoritariamente generarán impacto en la fase de ejecución operativa del proyecto sobre el medio: • Encendido de motores de las aeronaves en fases de despegue, aterrizaje y puntos de parqueo. • Movilidad de Vehículos de usuarios y visitantes. • Encendido de Unidades Auxiliares de Potencia (APU). • Recinto Prueba de motores (como fuente de emisión de ruido). • Actividades regulares de mantenimiento de aeronaves e infraestructura asociada al lado aire. Así las cosas, la valoración resultante de este impacto surge de la caracterización del escenario sin proyecto más los resultados de los modelos predictivos y las áreas adicionales que se obtendrían por la configuración operacional propuesta para este proyecto, teniendo que este impacto se caracteriza como moderado debido a que no representa extensión mayoritaria en áreas densamente pobladas y/o sobredimensión del impacto en el medio abiótico al aplicar medidas restrictivas en la operación del periodo nocturno. No obstante, en la valoración socioeconómica, se representa para este mismo impacto un resultado diferente a causa de la molestia y sensibilidad de las personas a estos eventos aeronáuticos y del cual se relaciona directamente para las medidas de manejo ambiental.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geosférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	La generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) es susceptible de ocasionar cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo en la medida en que no se garantice la gestión adecuada de los residuos sólidos, dando lugar a la generación de condiciones

	en las que la afectación sea posible durante la operación y ejecución del proyecto, específicamente por las actividades listadas en la Tabla 8-17 Matriz de identificación de impactos para la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio (escenario con proyecto). Así las cosas, en este proyecto no se consideran cambios en adición al escenario sin proyecto; esto al representar una misma característica de las actividades a desarrollar y que generan residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) pues los principales cambios operacionales aéreos no son susceptibles de ocasionar cambios y adiciones en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo en la medida en que se garantice la gestión adecuada de los residuos sólidos durante la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio. Toda vez que se cuentan con medidas que buscan garantizar la correcta gestión de los residuos sólidos en las instalaciones del Aeropuerto Internacional El Dorado, este impacto se categoriza como irrelevante

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geosférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Debido a que el desarrollo del presente proyecto no representa un cambio estructural, infraestructura o actividades adicionales a las que se ejecutan en el aeropuerto con el escenario sin proyecto; se considera la evaluación del impacto al cambio de las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo por la pérdida de contención de sustancias químicas (combustible), con categoría irrelevante por la continuidad en la gestión de acciones establecidas en el protocolo de atención en caso de derrame de sustancias peligrosas y la escorrentía de los combustibles que pueden llegar a ser derramados en la fase de ejecución operativa.

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Alteración a comunidades de avifauna del Humedal Gualí
Definición	Cambio en las comunidades de fauna como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generen i) Cambio en la composición, estructura y función, ii) Desplazamiento de fauna, iii) cambio en las cadenas tróficas, entre otras (MADS, 2020)

Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Este impacto responde a la necesidad de integrar la emisión de ruido producto de la operación en lado aire de las aeronaves por los humedales del Aérea de Influencia y, el cambio de comportamiento en las características naturales que tienen las especies de avifauna al interior de estos ecosistemas por la ejecución operativa del proyecto. Dado que este impacto se encuentra relacionado por las comunidades y no existe una integración investigativa o teórica que argumente tal relación, se considera como un impacto subjetivo en este medio y que es categorizada como irrelevante debido a falta de información que soporte tal afirmación. No obstante, este impacto se encuentra sujeto a desarrollo de estudios investigativos para determinar posibles afluencias que alteren de manera diferencial los resultados propuestos para la categoría de este impacto.

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza
Definición	Cambio en las comunidades de fauna como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generen i) Cambio en la composición, estructura y función, ii) Desplazamiento de fauna, iii) cambio en las cadenas tróficas, entre otras (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Este impacto responde a la necesidad de integrar la emisión de ruido producto de la operación en lado aire de las aeronaves por los predios agropecuarios del Aérea de Influencia y, el cambio de comportamiento en la producción lechera de las comunidades bovinas del municipio de Funza frente a la ejecución operativa en la implementación del proyecto. Dado que este impacto se encuentra relacionado por las comunidades y no existe una integración investigativa o teórica que argumente tal relación, se considera como un impacto subjetivo en este medio y que es categorizada como irrelevante a falta de información que soporte tal afirmación. No obstante, este impacto se encuentra sujeto a desarrollo de estudios investigativos para determinar posibles afluencias que alteren de manera diferencial los resultados propuestos para la categoría de este impacto en este escenario.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación

	de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Este impacto se relaciona directamente con la percepción de sensibilidad que manifiesta las comunidades frente al desarrollo con o sin escenario del proyecto. Es entonces que la ejecución de este proyecto sobre la operación del aeropuerto en el lado aire y la emisión de ruido producto de las operaciones aéreas, genera conflictos con la comunidad (sociales, culturales y políticos) asociados a la incomodidad y las afectaciones que percibirá la población del área de influencia debidas al ruido emitido por las actividades enlistadas en la tabla 8-5 de la operación actual y que se suman a las proyectadas por los modelos predictivos, así como la generación de expectativas conforme a solicitudes, suposiciones, rumores e ideas generalizadas sobre mitigación y conceptos propios de las comunidades frente a la operación aeroportuaria y su generación de niveles de ruido, ya que se encuentran relacionadas en su mayoría con los beneficios y/o perjuicios que se espera puedan originar por las diferentes acciones o actividades que hacen parte del proyecto. Debido a la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos y de las consideraciones de la comunidad articulada a la valoración de impactos en el mecanismo participativo y de socialización desarrolladas en el capítulo 5.3.1 “Participación y socialización con las comunidades” frente a la percepción del impacto; este se categoriza como un impacto severo de naturaleza negativa.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX)
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Del mismo modo que se obtuvo el desarrollo del escenario actual de la operación del aeropuerto en las áreas de Aerocivil y tenedores de espacio; la emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX) genera conflictos con la comunidad (sociales, culturales y políticos), toda vez que la población del área de influencia percibe afectaciones e incomodidades asociadas a la emisión de gases contaminantes de las actividades enlistadas en la tabla 8-5. No obstante, este impacto no fue mayoritariamente destacado por las comunidades debido a la percepción de otras fuentes de emisión fijas y de

	transporte que tienen un grado mayor de representación en sus asentamientos. Por tal motivo y con la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos, este se categoriza como un impacto moderado de naturaleza negativa ya que este a su vez establece conflictos y expectativas conforme a solicitudes, suposiciones, rumores e ideas generalizadas sobre la emisión de gases contaminantes producto de la operación aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado y que se refleja integrado de acuerdo a las consideraciones relacionadas por la comunidad en el mecanismo participativo y de socialización desarrolladas en el capítulo 5.3.1 “Participación y socialización con las comunidades” del presente estudio de impacto ambiental..

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Este impacto se encuentra relacionando a la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y la posible afluencia que este genera en los humedales y cuerpos de agua por el sobre vuelo de las aeronaves en estos, generando entonces, conflictos y expectativas con la comunidad (sociales, culturales y políticos) asociados a la incomodidad y preocupación de la afectación en estos ecosistemas por la operación aérea. Debido a la valoración asignada a cada uno de los atributos considerados en la evaluación de impactos, y de las consideraciones de la comunidad frente a la percepción del impacto, este se categoriza como un impacto moderado de naturaleza negativa.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Cultural
Elemento	Usos y relación con el medio ambiente
Aspecto	Gestión del riesgo
Impacto	Generación de conflictos – Generación de Expectativas
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto y expectativas relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso

	natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Este impacto surge en la evaluación del escenario con proyecto como solicitud de interacción y de valoración por parte de las comunidades en el mecanismo participativo y de socialización desarrolladas en el capítulo 5.3.1 “Participación y socialización con las comunidades”. Con lo cual se genera expectativas y conflictos con las comunidades frente a la gestión del riesgo producto de la operación aérea en las zonas aledañas al Aeropuerto Internacional El Dorado. Debido a la importancia de acompañamiento que debe gestionar la Entidad a cargo de la operación aérea y tenedores de espacio, siendo esta de carácter técnico y enfatizada en la prestación de servicios a la navegación aérea con importancia en la seguridad operacional aérea; se incluye este impacto a valoración dentro del escenario con proyecto, no obstante, es categorizado como impacto moderado debido a la concurrencia de manifestación de las comunidades frente a este y como consecuencia de la seguridad aérea que la industria de aviación civil ha presentado en los últimos años con respecto a la comparación de otros medios de transporte.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Económico
Elemento	Economía local
Aspecto	Dinámica económica local y regional
Impacto	Modificación de las actividades económicas de la zona.
Definición	Cambio en los incentivos, estímulos y/o condiciones para el desarrollo de las actividades económicas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, que generan: i) Modificación en la estructura de la propiedad, dependencia y formas de tenencia ii) Cambio en actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario , iii) Cambio en las actividades económicas tradicionales y/o el turismo y/o la recreación, iv) Modificación de programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, v) Cambio en las características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y su condición laboral, vi) Cambio en la tendencias del empleo en el corto y mediano plazo, vii) afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia, entre otros. (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Este impacto se pude relacionar a manera directa por el beneficio económico regional y del país, que se obtiene por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y por ende es de naturaleza positiva. Regional o

	localmente, se ve evidenciado en principal medida con sectores económicos inherentes a la terminal aérea y su ubicación tales como Hoteles, lugares de interés, restaurantes, entre otros servicios. De forma general se evidencia a causa del desarrollo turístico internacional y la conexión de transporte de carga aéreo. Es así que por la interacción directa que genera este proyecto en el beneficio integral económico de desarrollo industrial, tecnológico y macro económico al catalogarlo como posible aeropuerto hub de las américas y foco de desarrollo con la propuesta operacional de pistas del presente proyecto, se categoriza este impacto como moderado de naturaleza positiva.

Fuente: Elaboración propia del estudio.

8.4.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE OBRAS CIVILES

Por último, se identificaron y evaluaron igualmente los impactos producto de las actividades atemporales que se tienen por el desarrollo de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles e infraestructura al interior del Aeropuerto, las cuales son llevadas a cabo como mecanismo de mantenimiento y seguridad operacional aérea de los procedimientos en tierra y en aire que se ejecutan en esta terminal aérea.

Tabla 8-20. Evaluación de impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-30	MODERADO
			Realización de cortes y rellenos	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-28	MODERADO
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-32	MODERADO
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	-40	MODERADO
			Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)	-42	MODERADO
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora	-36	MODERADO
	GEOESFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-29	MODERADO
			Intervención del suelo	Cambio uso del suelo	-38	MODERADO

			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-49	MODERADO
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Intervención de los ecosistemas	Alteración a los ecosistemas terrestres	-23	IRRELEVANTE
		Flora	Remoción de cobertura vegetal	Alteración a los ecosistemas terrestres	-21	IRRELEVANTE
SOCIOECONÓMICO	DEMOGRÁFICO	Dinámica de la población	Intereses comunitarios por las actividades de construcción	Generación de expectativas en la población	-37	MODERADO
				Generación de conflictos con la comunidad	-48	MODERADO
	ECONÓMICO	Economía local	Movilidad	Alteración del tráfico vehicular	-46	MODERADO

Fuente: Elaboración propia del estudio.

La evaluación realizada de las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles contempladas en el escenario con proyecto, determinaron una totalidad del 14.3% de impactos categorizados como irrelevantes, los cuales corresponden al medio biótico esto se debe a que las actividades que se desarrollarían en este proceso, no conllevan a la generación de un impacto directamente proporcional o de magnitud severa. Adicionalmente, el restante de los impactos identificados y asociados en la generación de estas actividades de mantenimiento, se categorizan como impactos moderados. La siguiente ilustración establece los resultados de la calificación resultante de cada impacto la cual es extraída del Anexo.

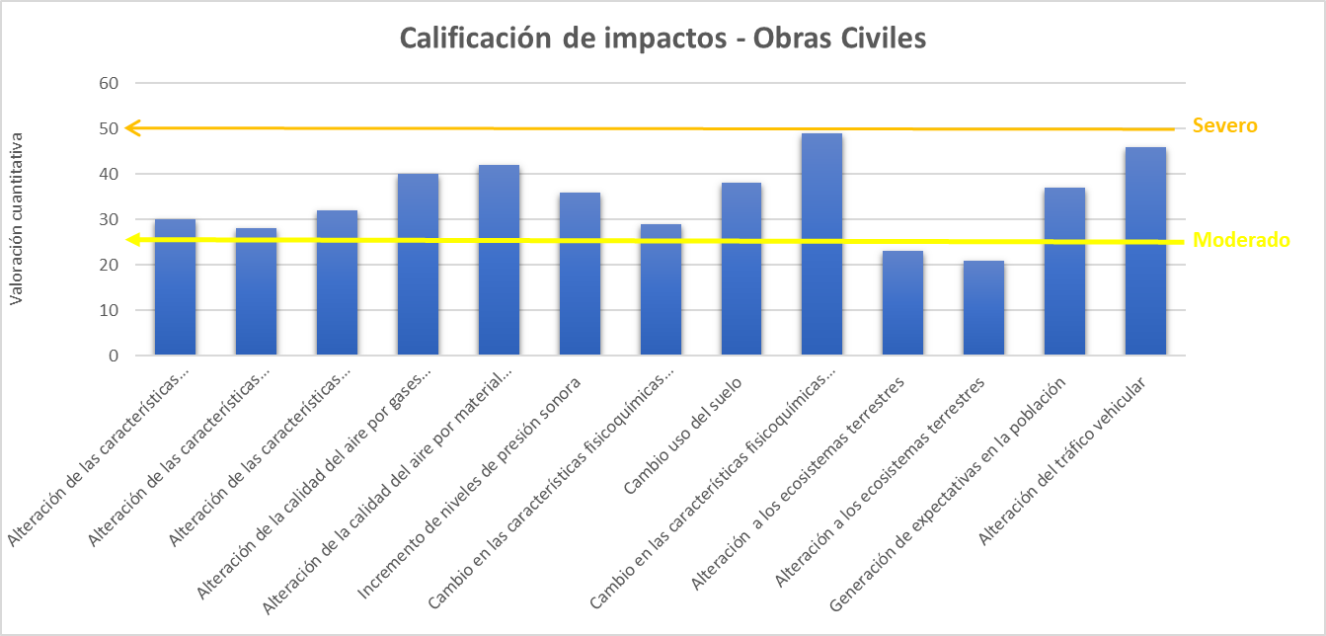


Ilustración 8-6. Resultados de valoración cuantitativa de los impactos – Obras civiles.
Fuente: Elaboración propia del estudio.

Mediante los resultados de la valoración de impactos cuantitativamente y la aplicación metodológica para la determinación de la categoría de impactos, se establece la siguiente tabla resumen la cual indica la descripción detallada de los impactos y su procedencia de calificación.

Tabla 8-21 Descripción de impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Se considera que la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea por la generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) se considera para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles dado que es posible la generación de condiciones en las que los residuos entren en contacto con agua lluvia y a su vez, los lixiviados entren en contacto con cuerpos de agua. Toda vez que se debe garantizar la gestión adecuada de los residuos sólidos, el impacto es moderado, sin embargo, se considera la

	eventualidad debido al volumen de residuos sólidos que se generaría de las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Realización de cortes y rellenos
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Considerando que las características fisicoquímicas de los materiales producto de las actividades de corte y relleno pueden alterar la composición de los sedimentos, se contempla el impacto sobre los cuerpos de agua. Es irrelevante, como resultado de los valores asignados a cada uno de los atributos considerados en la evaluación

Componente	Abiótico
Subcomponente	Hídrico
Elemento	Agua
Aspecto	Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas
Impacto	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea
Definición	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas o su zona de recarga (para el caso de los cuerpos de agua subterránea), como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Eventualmente se puede dar la alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea debido a vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, debido al inadecuado manejo de las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios portátiles o el agua contaminada por labores generales de construcción que debe ser dispuesta por un gestor.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)

Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx) debido a la emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx) se asocia a aquellas actividades que involucren el uso de vehículos (fuentes móviles) para el transporte de personal o materiales de construcción, según el caso. Sin descartar otras fuentes de emisión que se pudiesen localizar en la obra.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)
Impacto	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)
Definición	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020)
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La alteración de la calidad del aire por material Particulado (PM 2.5 y PM10) debido a la generación de material Particulado (PM 2.5 y PM10), se asocia a la suspensión de partículas en el aire debido a la movilización de materiales y vehículos.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Atmosférico
Elemento	Aire
Aspecto	Emisión de ruido
Impacto	Aumento de niveles de presión sonora
Definición	Cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020).
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	El aumento de los niveles de presión sonora debido a la emisión de ruido se genera al hacer uso de vehículos para el transporte de personal o materiales de construcción, al uso de equipos o maquinaria que emiten niveles de ruido que generan molestias al personal de obra y a la comunidad aledaña.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geosférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020).
Categoría	Moderado

Descripción del impacto	La generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales) es susceptible de ocasionar cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo en la medida de que no se garantice la gestión adecuada de los residuos sólidos y se den condiciones en las que la afectación sea posible.

Componente	Abiótico
Subcomponente	Geosférico
Elemento	Suelo
Aspecto	Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)
Impacto	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
Definición	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020).
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	El cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo debido a la pérdida de contención de sustancias químicas (combustible) se daría en el caso de que, a pesar de la aplicación de las medidas adoptadas por el protocolo de atención en caso de derrame de sustancias peligrosas, la escorrentía de combustibles tenga lugar.

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Intervención de los ecosistemas
Impacto	Alteración a los ecosistemas terrestres
Definición	Cambio en los ecosistemas terrestres como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Cambios en estructura y composición, ii) Modificación de la conectividad funcional ecológica, entre otras (MADS, 2020).
Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	Las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles generan la alteración de los ecosistemas terrestres en la medida en que estos son intervenidos debido al aumento de los niveles de presión sonora y la circulación de personal y maquinaria. En consecuencia, se presenta dispersión temporal de la fauna en el área y el regreso de la fauna dependerá del tipo de obra ejecutada.

Componente	Biótico
Subcomponente	Ecosistemas
Elemento	Fauna
Aspecto	Remoción de cobertura vegetal
Impacto	Alteración a los ecosistemas terrestres
Definición	Cambio en los ecosistemas terrestres como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Cambios en estructura y composición, ii) Modificación de la conectividad funcional ecológica, entre otras (MADS, 2020).

Categoría	Irrelevante
Descripción del impacto	La remoción de cobertura vegetal genera alteración a los ecosistemas terrestres en la medida en que se presenta transformación del paisaje y reducción de la disponibilidad de hábitat para la fauna.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Demográfico
Elemento	Dinámica de la población
Aspecto	Intereses comunitarios por las actividades de construcción
Impacto	Generación de expectativas en la población
Definición	Suposiciones, ideas, imaginarios o rumores generados en la comunidad como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	El impacto se relaciona con las suposiciones, ideas, imaginarios y/o rumores que se generen en las comunidades del área de influencia alrededor de los beneficios o perjuicios que se puedan generar debido a las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Demográfico
Elemento	Dinámica de la población
Aspecto	Intereses comunitarios por las actividades de construcción
Impacto	Generación de conflictos con la comunidad
Definición	Alteración de las causas que generan conflicto relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020).
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Los conflictos (sociales, culturales y políticos) generados con la comunidad debido a los intereses comunitarios por las actividades de construcción, se relacionan con el desconocimiento de las comunidades frente a las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles y su alcance. De igual forma, los conflictos generados se pueden asociar al incumplimiento de medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental vigente. Estos conflictos pueden tener alcance de debate y diálogo, o en casos extremos con enfrentamientos.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Económico
Elemento	Economía local
Aspecto	Movilidad
Impacto	Alteración del tráfico vehicular

Definición	Cambios en los flujos, frecuencias, tipos de movilidad, acceso de las comunidades a centros nucleados, tiempos de desplazamiento, seguridad vial, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (MADS, 2020).
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	La alteración del tráfico vehicular responde a la movilización de maquinaria y a los cierres temporales que llegasen a ser requeridos para la adecuación de las vías de acceso para la ejecución de las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles.

Componente	Socioeconómico
Subcomponente	Económico
Elemento	Economía local
Aspecto	Demanda de mano de obra
Impacto	Generación de empleo
Definición	Cambio en los incentivos, estímulos y/o condiciones para el desarrollo de las actividades económicas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, que generan empleo (MADS, 2020).
Categoría	Moderado
Descripción del impacto	Las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles requerirán mano de obra, esta oferta puede significar nuevas fuentes de ingreso para las comunidades del área de influencia.

Fuente: Elaboración propia del estudio.

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

A continuación, se desarrolla la zonificación de manejo ambiental que se debe efectuar por la implementación y operación del proyecto en su identificación y caracterización por el Área de influencia establecida como causante de las operaciones aéreas y en tierra que se ejecutarán para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C. Esto se define con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas a lo largo del desarrollo del Capítulo 8 – "Evaluación Ambiental" del presente Estudio de Impacto Ambiental y de las cuales, corresponde ante las diferentes actividades e impactos ambientales contempladas en la fase de ejecución operativa del proyecto objeto a licenciamiento.

Asimismo, la zonificación de manejo ambiental se realiza a partir de los diversos análisis y características efectuados sobre dicha zonificación ambiental y de la valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales resultantes. Esta caracterización es de suma importancia ya que brinda las metodologías con herramientas en la definición de las acciones de manejo ambiental que se debe implementar durante la ejecución de las actividades relacionadas con el proyecto.

Adicionalmente, la metodología que indicó la zonificación de manejo ambiental del área de influencia del proyecto, fue basada en la correlación de datos espacialmente de las áreas de exclusión y resultados de la zonificación ambiental, cruzando información de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y servicios ecosistémicos. (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

Por lo anterior, la clasificación de unidades de manejo se agrupa en las siguientes áreas de consideración del proyecto:

- Áreas de Exclusión.
- Áreas Susceptibles de intervención con restricciones Altas.
- Áreas Susceptibles de intervención con restricciones Medias.
- Áreas Susceptibles de intervención con Restricciones Bajas.

En la siguiente tabla se presentan las equivalencias de manejo de acuerdo a las categorías de sensibilidad identificadas en la zonificación ambiental:

Tabla 9-1. Definición de Áreas de manejo.

Sensibilidad		Áreas de manejo	
Áreas de Exclusión	(E)	Exclusión	(AE)
Áreas con sensibilidad Alta	(SA)	Áreas susceptibles de Intervención con Restricción Alta	(AIRA)
Áreas con sensibilidad Media	(SM)	Áreas susceptibles de intervención con restricción Media.	(AIRM)

Fuente: Adaptado del contrato (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

Dicho lo anterior, se presentan los resultados obtenidos a manera ilustrativa y porcentual de las áreas que dan lugar a la zonificación de manejo ambiental y que se incorporan en las medidas de manejo ambiental elaboradas para la ejecución del presente proyecto.

9.1 RESULTADOS

La identificación de las características y áreas representativas en las unidades de manejo a intervenir objeto de ejecución del proyecto; establecieron los factores de relación con los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos principalmente, ya que se identificaron distintos tipos de áreas de manejo asociadas al área de influencia como resultante de la evaluación del escenario con proyecto realizado en el Capítulo 8 del presente Estudio de Impacto Ambiental. De tal forma que la zonificación ambiental incorpora e integra áreas indicadas a alta, media o baja susceptibilidad ambiental, asimismo, para la zonificación de manejo también se obtuvieron diferentes grados de restricción los cuales están relacionados con las categorías de susceptibilidad mencionadas anteriormente. (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

Las áreas que dieron como resultado a la zonificación de manejo ambiental para la ejecución del proyecto, se caracterizan principalmente en áreas con restricciones altas y medias. No obstante, en el área de influencia se identificaron y reconocen áreas asociadas a exclusión debido a la importancia ecológica ambiental (humedales), los cuales fueron identificados y demarcados en el capítulo 6 – “Zonificación ambiental”, sin embargo, es de resaltar que teniendo en cuenta la naturaleza de las actividades y fases de ejecución del proyecto, sus composiciones, impactos o aprovechamiento directos de estos recursos, no se verán afectadas las áreas asociadas a la exclusión por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado con la propuesta de modificación de licenciamiento ambiental de manera directa.

Lo anterior se demarca con relación a lo descrito y justificado en la valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos del componente biótico por la operación del escenario con proyecto y que fueron resultantes de la evaluación ambiental realizada en el Capítulo 8. Así las cosas, el proyecto no realiza ningún uso y/o aprovechamiento de recursos naturales de estas áreas ni tampoco las actividades reflejan intervención directa, sino por el contrario, se asocia a los efectos e impactos atmosféricos indirectos por las trayectorias áreas en cercanía al aeropuerto pero que a su vez requieren de control y manejo reconociendo la integridad de estos ecosistemas y su preservación. Para dichas áreas se tienen contempladas las respectivas medidas de manejo ambiental que pueden ser consultadas en el Capítulo 11.1 Plan de Manejo Ambiental del presente estudio del componente biótico.

Conforme a las características o elementos que precisaron en diversos aspectos las resultados de la evaluación ambiental del escenario con proyecto (*Véase Capítulo 8 – Evaluación ambiental*), valorando los impactos de manera cuantitativa y cualitativa en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, reconociendo las normativas y/o reglamentaciones distritales o nacionales frente a la gestión de las entidades territoriales competentes para el desarrollo urbanístico de acuerdo con la operación estratégica del aeropuerto y sus áreas de sensibilidad ambiental desde décadas anteriores. Dicho lo anterior, la zonificación ambiental propuesta es congruente a los resultados obtenidos en el Capítulo 5 - Caracterización del área de influencia, Capítulo 6 - Zonificación ambiental, Capítulo 7 - Aprovechamiento y/o uso de recursos naturales y el Capítulo 8 - Evaluación ambiental; definiendo entonces, las zonificaciones de manejo ambiental en donde se ejecutarán con mayor o menor proporción, los programas de manejo ambiental y sus elementos propuestos para la ejecución de este proyecto.

En la siguiente tabla se relaciona el resultado de la zonificación de manejo ambiental establecida para la ejecución del presente proyecto.

Tabla 9-2. Resultados en áreas representativas de la zonificación de manejo ambiental del proyecto.

Manejo	ZONMANEJO	Área (ha)	Área (%)	Observación
(AIRA)	5002	1016,8	38.85%	Se requiere la implementación de acciones de prevención en el largo y corto plazo
(AIRM)	5003	1600,2	61.15%	Implementación de acciones de manejo especiales y restricciones propias acordes con las actividades y fases del proyecto y con la vulnerabilidad ambiental de la zona
Total		2617,0		

Fuente: Elaboración propia del estudio

Por los elementos definidos durante la elaboración e iteración de todos los capítulos del presente Estudio de Impacto Ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C., la siguiente ilustración evidencia los resultados gráficos de las superficies representativas para la zonificación de manejo ambiental del área de influencia del presente proyecto; toda vez que esta área es identificada y guarda relación con la evaluación y valoración de impactos ambientales de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos.

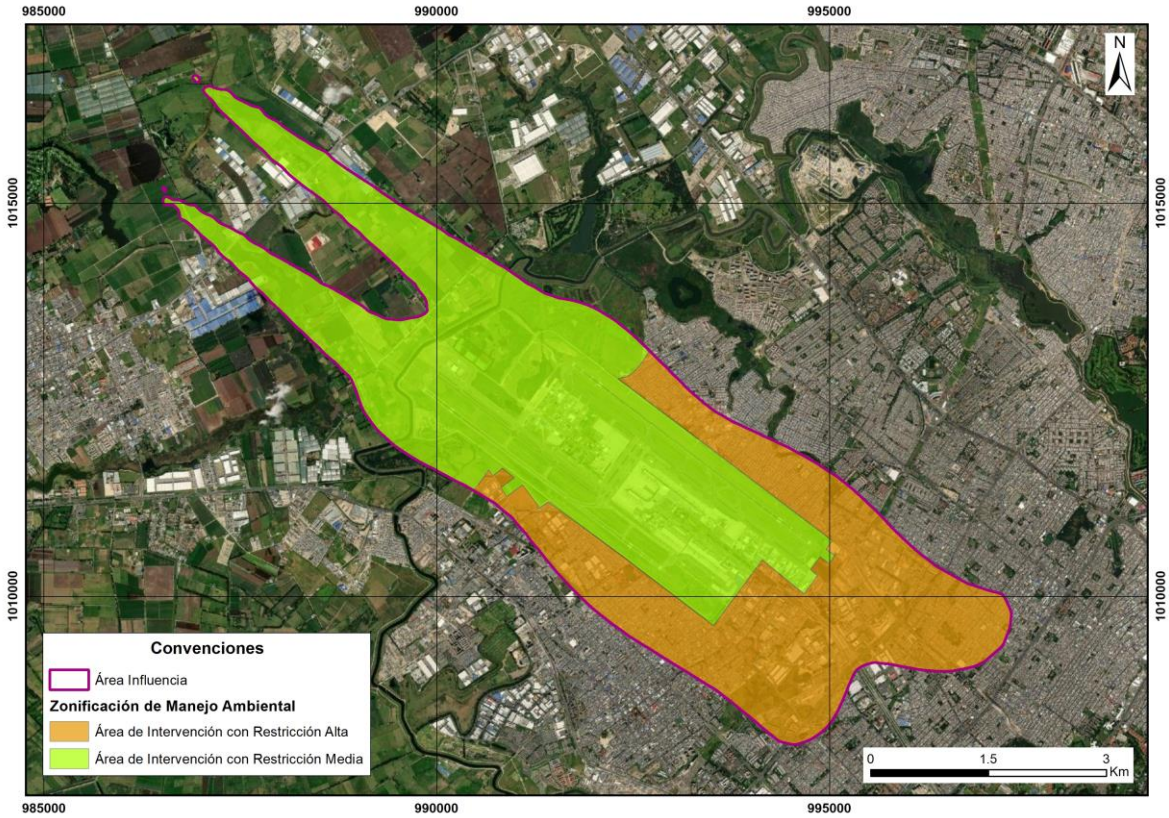


Ilustración 9-1.Zonficiación de manejo ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado.
Fuente: Elaboración propia del estudio

Los resultados obtenidos indican que, en el área de influencia del proyecto, se presentan las categorías de manejo de Áreas de Intervención con Restricciones Altas (AIRA) con 1016,8 ha, correspondiente al 38,85% del total de área de influencia y Áreas de Intervención con Restricciones Medias (AIRM) con 1600,2 ha equivalente al 61.15%.

Estos resultados son coherentes y manejan un alto grado de sinergia entre las acciones propuestas de manejo especial, las restricciones propias e implementación de sistema de cuota de ruido (Objetivos del estudio de impacto ambiental – Capítulo 1), actividades y fases del proyecto, así como la vulnerabilidad ambiental de la zona en cuestión debido a las normativas regulatorias de desarrollo urbanístico existentes para el distrito sobre el uso de suelo en lo reconocido como “distrito aeroportuario” y las áreas para el sector del municipio de Funza rural. Y es que si bien, las normativas relacionadas a lo largo del Capítulo 8 de evaluación ambiental, sobre la gestión histórica de preservación de áreas urbanísticas con uso de suelo estratégico a las actividades del aeropuerto (Operación estratégica aeropuerto), actualmente existen unidades residenciales y algunos planes aprobados de licenciamiento de construcción motivados al desarrollo residencial, luego entonces, se deben integrar medidas de manejo ambiental para la reducción del área de influencia en extensión a superficies densamente poblabas, toda vez que el reconocimiento de estas áreas de intervención con restricción alta, obedece a una labor interinstitucional en el sentido de articular y valer las reglamentaciones vigentes de los Planes de Ordenamiento Territorial en las zonas delimitadas en el marco normativo.

Ahora bien, el mayor grado de extensión del resultado de la zonificación de manejo ambiental se relacionan a Áreas susceptibles de intervención con restricción Media (AIRM) en donde se encuentran en los predios de Aeropuerto Internacional El Dorado y extensión parcial para las zonas veredales del municipio de Funza, esto obedece a que las áreas internas del aeropuerto son acordes a las actividades planteadas para la ejecución del proyecto sin generar alteración ambiental o de manejo ambiental significativos. Con respecto a las áreas del municipio de Funza en donde se extiende los resultados de zonificación ambiental para el escenario con proyecto; estas son catalogadas de resultado de restricción media por la valoración y evaluación ambiental donde surgen entre otros aspectos zonas con menores índices de densidad poblacional y se fundamenta la operación articulando la declarado en el Artículo 27 y Artículo 28 de la Resolución 8321 de 1983 “Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos”, por el entonces Ministerio de Salud, hoy Ministerio de Salud y Protección Social:

> *“(…) ARTICULO 27. Para la ubicación, construcción y funcionamiento de aeropuertos, aeródromos y helipuertos públicos o privados, se solicitará la asesoría y el concepto del Ministerio de Salud o su entidad delegada, y se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: a.- Las distancias de las zonas urbanas habitables a las pistas de despegue, aterrizaje, carreteo y áreas de estacionamiento y mantenimiento de las aeronaves. b).- La existencia de zonas urbanas habitables y la orientación de los programas de desarrollo urbano y rural de la región.*
>
> *ARTICULO 28. En zonas próximas a aeropuertos, aeródromos y helipuertos únicamente se permitirá la utilización de la tierra para fines agrícolas, industriales, comerciales y zonas de campo abierto, con excepción de instalaciones para servicios médicos de emergencia y de orden público. (…)”*

No obstante, por la envergadura del proyecto, importancia de este y responsabilidad adquirida bajo los objetivos misionales de la Entidad en prestar un servicio y desarrollo ambientalmente sostenible para la aviación civil colombiana, el programa de manejo ambiental integrará elementos del componente abiótico, biótico y socioeconómico con intervención significativa para toda el área de influencia, en la medida de relación de su impacto, su valoración, cuantificación, representación y zonificación de manejo ambiento, al guardar congruencia e inercia en el desarrollo de todo el Estudio de Impacto Ambiental elaborado para el presente proyecto.

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El desarrollo de proyectos ambientales tiene la posibilidad de generar externalidades, ocasionadas por los efectos (positivos y/o negativos) sobre el entorno, específicamente para aquellos impactos que no se puede internalizar (total o parcialmente).

Por esta razón, se hace necesario formular la Evaluación Económica Ambiental (EEA) de los posibles impactos que no se pueden internalizar a través de las medidas de manejo ambiental del Plan de Manejo Ambiental (PMA) y que puedan afectar la cantidad y calidad de los recursos naturales, así como el bienestar de la comunidad del área de influencia del proyecto.

La EEA permite estimar el valor económico de los beneficios y costos que se generan producto de la ejecución de un proyecto, obra o actividad, para definir objetivamente su viabilidad[38]. Así mismo, la EEA permite visibilizar las afectaciones que puedan generarse al ecosistema y a la comunidad, convirtiéndose así en un criterio adicional de decisión para la autoridad ambiental.

Con fundamento en lo anterior, la presente evaluación económica de impactos se realiza de conformidad con lo establecido en el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 y teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018) y los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental (2017) elaborados por la ANLA.

10.1.1.1 ASPECTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES

El proceso de evaluación económica, de acuerdo con la metodología general para la presentación de estudios ambientales[39], se compone del estudio de valoración económica de los impactos ambientales y del análisis costo beneficio ambiental, resaltando que es una herramienta en el escenario *ex ante* importante para despejar la incertidumbre sobre los verdaderos costos que puede tener un proyecto sujeto a licenciamiento ambiental y que pueden afectar directamente el flujo de caja del inversionista.

En este contexto, en primer lugar, para el presente proyecto, se recomendó realizar la EEA bajo el escenario de la línea base teniendo en cuenta la definición del Valor Económico Total (VET). El VET, corresponde a la sumatoria de todos los valores suministrados por el ambiente, puede ser la totalidad de los valores de uso: valor de uso actual junto con los valores de opción, más el valor de existencia. La importancia del VET como concepto de valor se centra en el hecho de que cualquier tipo de recurso natural y/o ambiental se caracteriza por tener otros valores diferentes al valor de uso directo (Ver Ilustración 10-1).

[38] http://portal.anla.gov.co/valoracion-economica-instrumentos-economicos-evaluacion-impacto-ambiental. Consultado en mayo 8 de 2020.
[39] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales/ Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A, et al (Eds.). Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 72 p.

Ilustración 10-1 Taxonomía de valor de los bienes y servicios ambientales
Fuente: Adaptado de MAVDT (2003).

En segundo lugar, la ANLA recomendó distinguir entre impactos ambientales internalizables y no internalizables. Los primeros se definen como todos aquellos impactos que se pueden corregir y/o mitigar y se pueden llevar a un estado muy cercano al que se tenía antes del impacto.

No obstante, el procedimiento sugerido en la actualidad por ANLA para efectuar un análisis de internalización de impactos significativos, conlleva un mayor grado de complejidad; principalmente, debido a que la perspectiva VET fue complementada por el enfoque de Servicios Ecosistémicos (SE) requiriendo la identificación de los SE potencialmente afectados e indicadores de línea base que los dimensionen y verifiquen la magnitud de su posible cambio. Adicionalmente, implica efectuar un análisis de efectividad de las medidas de manejo en diferentes periodos de tiempo (Ver Ilustración 10-2).

Cabe recordar que, no se contempla un análisis detallado de Servicios Ecosistémicos (**SE**) en el análisis de internalización debido a que los términos de referencia HI-TER-1-02, no solicitaban la generación de un acápite o análisis de esta temática. Por lo tanto, en el dimensionamiento de impactos se empleará, principalmente, los capítulos de línea base y los requerimientos de uso y aprovechamiento de recursos del proyecto.

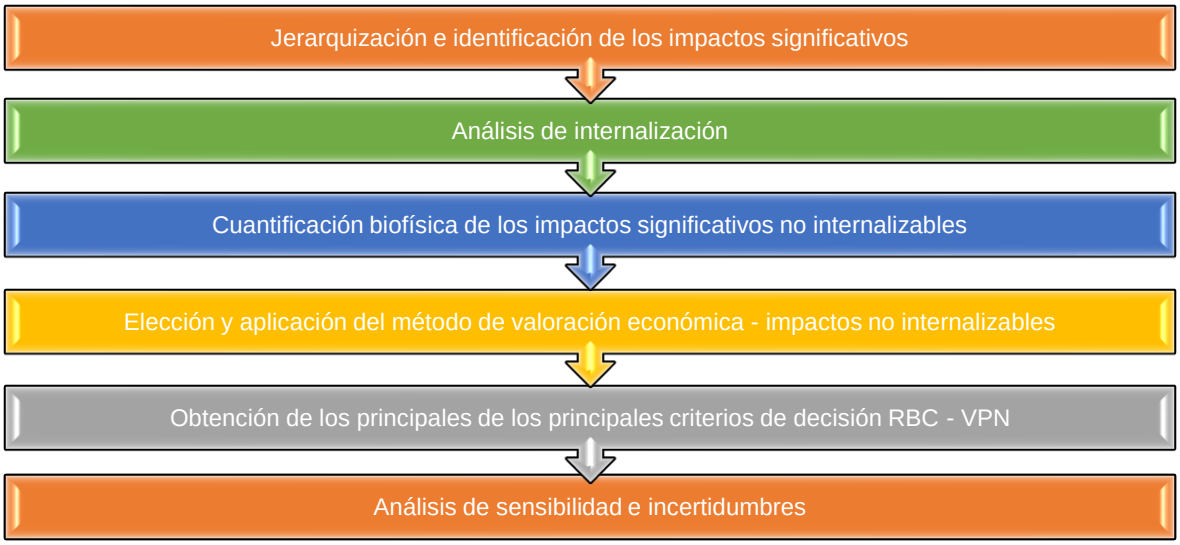


Ilustración 10-2 Estructura general del proceso de EEA
Fuente: Adaptado de MADS (2017), Grupo de Valoración Económica ANLA, 2015.

10.1.1.1.1 Jerarquización e identificación de impactos ambientales significativos

De acuerdo con ANLA (2017), la EEA de un proyecto, obra o actividad se sustenta en la identificación y selección de los impactos ambientales significativos. Estos impactos serán aquellos que generarían un mayor nivel de afectación al ambiente y requerirán de un mayor esfuerzo o complejidad en su manejo o control. Para tal fin, se requiere principalmente la jerarquización de las afectaciones del proyecto realizada durante la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

De acuerdo con las metodologías planteadas en la identificación y calificación de los impactos ambientales, estos podrán categorizarse respecto a su significancia, una vez se haya realizado la calificación de diferentes atributos. Se consideran significativos las afectaciones que resulten clasificadas en los niveles que revistan mayor gravedad o mayor beneficio respecto a las condiciones iniciales o de línea base. En el caso del presente proyecto, en la calificación de impactos, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, se empleó la metodología de Vicente Conesa, empleando una matriz simple de dos entradas, donde se evaluó cada impacto según la actividad que lo genera, bajo los siguientes criterios:

- In = Intensidad.
- Ex = Extensión.
- Mo = Momento.
- Pe = Persistencia.
- Rv = Reversibilidad.
- Rc = Recuperabilidad.
- Si = Sinergia.
- Ac = Acumulación.
- Ef = Efecto.
- Pr = Periodicidad.

Por consiguiente, para efectos de la EEA, se consideran impactos significativos todos aquellos dentro de las calificaciones de *Crítico*, *Severo* y *Moderado*

10.1.1.1.2 Análisis de internalización de los impactos significativos

La mayoría de los impactos negativos significativos del proyecto pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas en el PMA. Una externalidad, será internalizada si se logra devolver los niveles de bienestar afectados de un individuo o de una comunidad, bien sea mediante la prevención o la corrección de la afectación (ANLA, 2017). A este tipo de impactos se les considera internalizables y, por lo tanto, su valor económico puede ser representado a partir del valor de estas inversiones en medidas de manejo (MAVDT & CEDE, 2010), además, se asume que todas las afectaciones con calificación de importancia ambiental no significativa serán internalizadas mediante el PMA. En este contexto, a continuación, se plantean los supuestos empleados para garantizar la internalización de impactos:

a. La predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico.
b. La alta certeza y exactitud en las medidas de prevención o corrección de dichos impactos.

c. Los programas o medidas contemplados para realizarse la corrección tienen una efectividad cercana al 100%.

En particular, para el presente proyecto, el análisis de internalización se realizó en tres etapas. En la primera, se construyó una matriz en la que se relacionó las fichas de manejo, metas e indicadores planteadas para los impactos significativos. Para ello, se emplearon como insumos principales los capítulos de PMA y el Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM). En la segunda etapa, se propusieron indicador de internalización de los impactos significativos y en la tercera, se identificaron los costos correspondientes a cada ficha de manejo, atendiendo a las recomendaciones realizadas por MADS (2017) (Ver Tabla 10-1).

Tabla 10-1 Análisis de internalización de impactos

SERVICIO ECOSISTÉMICO	INDICADOR LINEA BASE - EIA		CUANTIFICACIÓN (CAMBIO DEL SERVICIO ECOSISTEMICO O AMBIENTAL) *	MEDIDA DE PMA			COSTOS AMBIENTALES ANUALES - ECi		
	NOMBRE	VALOR		NOMBRE	INDICADOR	VALOR INDICADOR	CTi	COi	CPi
TOTAL									
ECi							ECi = CTi + COi + CPi		

Fuente: MADS (2017).

El MADS (2017), recomienda llevar los costos ambientales anuales a un horizonte de tiempo coherente con la duración o vida del impacto internalizado. El año 0, corresponde al primer año de ejecución de los recursos. Además, se debe obtener el VPN con una TSD apropiada, en particular, para el proyecto corresponderá al 12% anual, recomendada por el DNP (Ver Tabla 10-2).

Tabla 10-2 Valor presente neto (VPN) de los costos ambientales del proyecto

COMPONENTE DEL COSTO	Valor año 0	Valor año 1	Valor año 2	Valor año (n)	VPN (TSD 12%)
ECi = Costos ambientales del proyecto **ECi = CTi + COi + CPi**					
TI: Total valores internalizados					

Fuente: MADS (2017).

10.1.1.1.3 Cuantificación biofísica de los impactos significativos no internalizables

En esta etapa del proceso EEA, pretende calcular en unidades físicas los flujos de costos y beneficios asociados con el proyecto, además de su identificación en espacio y tiempo. Para realizar este análisis es necesario considerar indicadores que permitan comparar, medir o identificar porcentajes de cambio que, necesariamente, deben estar expresados en las mismas unidades del impacto (ej. hectáreas, toneladas de producción de un bien/hectárea). Para ello, se debe tener en cuenta los diferentes niveles de incertidumbre, ya que algunos eventos no pueden ser perfectamente observados. Para esto último, se recomienda utilizar probabilidades para eventos inesperados y calcular el valor esperado de los mismos (MADS, 2017).

Este proceso es fundamental para la monetización de las afectaciones. Valorar la relación cuantificable del impacto entre un estado inicial y un estado final, o en delta de cambio,

requiere considerar elementos de la economía del bienestar, ya que son éstos los que permiten identificar ese nivel de cambio, de afectación o mejora (MADS, 2017).

10.1.1.1.4 Elección y aplicación del método de valoración económica

Los impactos significativos negativos no internalizables y los beneficios identificados para el presente proyecto deben ser valorados bajo una misma unidad monetaria de medida y sobre una base anual, teniendo en cuenta el horizonte de tiempo de la afectación, la cual en algunos casos podría ser mayor a la vida útil del proyecto. Así, en esta etapa se cuantifican, en términos monetarios, los costos o externalidades negativas y los beneficios o externalidades positivas asociados al desarrollo del proyecto. Para su cuantificación monetaria se usan precios de mercado para los impactos que cuentan con un mercado establecido y técnicas de valoración económica para aquellos que no lo tienen (MADS, 2017).

En este contexto, en la guía de aplicación de la valoración económica ambiental se establecen técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables (MADS, 2018). Estas metodologías se clasifican en dos grupos: a) las basadas en preferencias reveladas, que identifican los valores a través de información de mercados, y b) las de preferencias declaradas, que acuden a interacciones directas con las personas para obtener ese valor económico (Ver Ilustración 10-3).

En particular, en la EEA se emplearán los métodos de costos evitados o inducidos, métodos basados en gastos actuales y potenciales; en cuanto a los beneficios relacionados con la contratación de mano de obra, se emplearán aspectos del mercado laboral como las demandas de Mano de Obra No Calificada (MONC) y las asignaciones salariales tipo para la industria.

Costos evitados o inducidos

De acuerdo con MADS (2017), aquí se incluyen los métodos que buscan estimar los costos que las personas evitan realizar o asumir debido a un mejoramiento de la calidad ambiental o, por el contrario, los costos necesarios u obligados de realizarse (inducidos) cuando existe un detrimento de esta calidad. Los principales enfoques son los siguientes: 1) con base en la función de producción de las empresas; 2) con base en la función de costos de producción de las empresas y; 3) con base en la función de utilidad de las familias.

Métodos basados en gastos actuales o potenciales

Estos métodos de valoración parten de la estimación de los gastos en que estas tendrían que incurrir para prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar los cambios en los parámetros de calidad ambiental. En general, no se requiere de modelos dosis-respuesta para calcular dichos gastos. En esta clasificación, se incluyen: 1) gastos de prevención, restauración y reemplazo; 2) gastos defensivos y; 3) proyectos sombra.

Ilustración 10-3 Clasificación de las metodologías de valoración
Fuente: Adaptado de (MADS, 2017).

Mano de obra (mercado laboral)

El enfoque de mercado laboral parte de la premisa de que los proyectos de inversión pueden tener repercusiones sobre las dinámicas tradicionales de empleo local, ya que pueden incidir en la generación de beneficios o costos sociales, cuya mejor alternativa de determinación es utilizar precios de mercado que determinen una ganancia o pérdida de bienestar asociada con el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto. Como método de valoración económica, parte del análisis de los mecanismos de oferta y demanda laboral, los cuales forman un mercado medible por medio de la escala salarial, que a su vez se asocia al costo de oportunidad sufrido por el trabajador al entrar a laborar, sacrificando otras actividades que podría estar realizando; por tal motivo, la remuneración representa el valor monetario de dicho costo, considerando que la demanda por mano de obra es derivada de la demanda de los bienes y servicios que son producidos por este factor de producción (Castro & Mokate, 2003).

10.1.1.1.5 Obtención de los principales de los principales criterios de decisión Relación Beneficio Costo y Valor Presente Neto

Una vez finalizado el proceso de valoración económica de las afectaciones significativas no internalizables de carácter positivo o negativo, se establece un flujo económico-ambiental. Este flujo de caja se establece para el horizonte del proyecto, y descontando a Valor Presente Neto (VPN) en el periodo cero, a una Tasa Social de Descuento (TSD) de 12%, recomendada por el DNP.

Posteriormente, se realiza la estimación de los principales criterios económicos, contemplándose para el proyecto al VPN y la Relación Beneficio Costo Ambiental (RBC);

cuya interpretación permitió determinar las implicaciones del proyecto en términos de pérdida o ganancia de bienestar social.

Valor presente Neto (VPN)

El VPN corresponde a la suma de todos los costos y beneficios ambientales y sociales a lo largo de la vida útil del proyecto, descontado al periodo inicial. Valores positivos indican contribuciones al bienestar social proporcionales a su magnitud.

$$VPN = \sum \frac{Beneficio}{(1+i)^n} - \sum \frac{Costo}{(1+i)^n}$$

Dónde:

***VPN*:** Valor presente neto ambiental.
i: Tasa social de descuento.
n: Periodos de tiempo de análisis.

Relación Beneficio – Costo Ambiental (RBC)

La RBC se define como la relación entre los beneficios y costos del proyecto traídos a valor presente. Si el cociente de la operación mayor a 1, se considera al proyecto como viable, aumentando su favorabilidad en la medida que este valor se incremente; en contraste, una situación altamente desfavorable en términos ambientales y sociales cuando se encuentra una relación menor a uno (Ver Tabla 10-3).

Tabla 10-3 Criterios de decisión

INDICADOR	INTERPRETACIÓN
VALOR PRESENTE NETO	
VPNA>0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, éste genera ganancias de bienestar social.
VPNA=0	El proyecto no genera beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios en el bienestar social.
VPNA<0	Los costos del proyecto son mayores a sus beneficios, por tanto, éste genera pérdidas de bienestar social.
RELACIÓN BENEFICIO-COSTO AMBIENTAL	
RBCA>1	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, éste genera ganancias de bienestar social.
RBCA=1	El proyecto no genera beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar social.
RBCA<1	Los costos del proyecto son mayores a sus beneficios, por tanto, éste genera pérdidas de bienestar social.

Fuente: MAVDT (2010).

10.1.1.1.6 Análisis de sensibilidades e incertidumbres

A diferencia de la evaluación del riesgo de la inversión en un análisis de sensibilidad financiero, un análisis de sensibilidad que parte del flujo de caja ambiental del proyecto pretende evaluar la respuesta del proyecto en función de cambios porcentuales en los beneficios y costos ambientales. Inicialmente, se analiza el comportamiento del valor

presente neto en situaciones de cambios (aumento y disminución) de los beneficios y costos estimados para el proyecto; en particular, se contempla un rango de variación de -30% hasta 30% del valor obtenido en el flujo económico, configurándose 25 contextos de variación de los costos y beneficios ambientales del proyecto, partiendo de un escenario critico en el que los costos se aumentan en un 30% y los beneficios se reducen en igual proporción. Posteriormente, se analiza el comportamiento del valor presente neto en función de variaciones en la TSD.

11 PLANES Y PROGRAMAS

En la presentación y elaboración de los planes y programas que se aplicarán en la ejecución del presente proyecto de operación del Aeropuerto Internacional El Dorado, competen a los siguientes del cual se corresponderá a su descripción:

- Plan de manejo ambiental
- Plan de seguimiento y monitoreo
- Plan de gestión del riesgo
- Plan de desmantelamiento y abandono.

En consecuencia, se describen a continuación cada uno de los planes y programadas planteados.

11.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Mediante el plan de manejo ambiental, en adelante PMA, se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos negativos consecuencia del desarrollo del proyecto en cuestión. Es pertinente aclarar que el PMA que se presenta en este documento, responde con medidas de manejo y control ambiental a los impactos caracterizados en el capítulo 8 “Evaluación Ambiental” del presente Estudio de Impacto Ambiental y que de igual forma son coherentes con la caracterización ambiental del área en la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado y las actividades que se generan en las áreas a cargo de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil y las áreas asignadas como tenedores de espacio. Adicionalmente, este PMA, se propone como instrumento actualizado y que sustituye en su totalidad las fichas de manejo ambiental aprobadas mediante la Resolución 1034, Resolución1567 de 2015 – ANLA y las relacionadas en el expediente LAM 0209 como medidas de manejo ambiental por la operación del Aeropuerto en mención.

A continuación, se describe los cambios y características planteados del PMA presentados en este proyecto y que sustituyen a los asociados al expediente LAM 0209:

Las fichas de manejo especificadas en la tabla 11.1 para el componente abiótico modifican las actividades y programas aprobados mediante la resolución 1330 de 1995 y 1034 de 2015 y las actualizadas a través del oficio 2018078997-1-000del 20 de junio del 2018.

Tabla 11-1. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto

MEDIO ABIÓTICO			
Control de emisiones			
• **Manejo y control de ruido** PMA 01			
Resolución 1330	Resolución 1034	AQV	*MODIFICACIÓN Y DEFINITIVO*
3.1 Flota aérea	Manual de Abatimiento	Área de exposición	*SCVA*

3.4 Barrera Engativá	Procedimiento Sancionatorio	Enfoque equilibrado de ruido	Plataforma web
3..5 Prueba de motores	Reconversión flota aérea	Protocolo	Construcción barrera
3.7 Manual de abatimiento de ruido	Red de monitoreo	Atención de quejas	QC
3.12 obras de mitigación	-	-	Plan de reconversión
-	-	-	Implementación PBN
-	-	-	Protocolo y manual
Manejo y control de calidad de aire PMA 02			
3.8 Red de monitoreo	Curva isoconcentración	Eficiencia energética	Eficiencia energética
-	-	-	Disminución isoconcentración
-	-	-	Cumplimiento normal
Gestión de Residuos			
Residuos PMA 03			
3.6 Programa de reciclaje	Sin solicitudes	Eficiencia RESOL y RESPEL	Gestión de RESOL, RESPEL Y APROVECHABLES
Gestión de Vertimientos			
Vertimientos PMA 04			
3.8 Programa de recurso agua Cesión parcial	Sin solicitudes	Mantenimiento canales de agua lluvia Mantenimiento trampa de grasa Mantenimiento tanques de almacenamiento	Mantenimiento canales de agua lluvia Mantenimiento trampa de grasa Mantenimiento tanques de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia del estudio

Para el componente biótico se estructuran dentro de esta modificación dos fichas, PMA 05 y PMA 06, mediante las cuales se modifican las aprobadas en la resolución 1034 del 2015 y actualizadas a través del oficio 2018078997-1-000del 20 de junio del 2018.

Tabla 11-2. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto – medio biótico

MEDIO BIÓTICO			
Fauna y Flora			
• FAUNA SILVESTRE EN HUMEDAL EL GUALÍ. PMA 05 B			
Resolución 1330	Resolución 1034	AQV	*MODIFICACIÓN Y DEFINITIVO*

Sin solicitud	FAUNA SILVESTRE EN HUMEDAL EL GUALÍ	Muestreos de avifauna, mamíferos y flora	Identificación, estratificación y caracterización de la zona y sitios de muestreo Estimar la composición, abundancia de especies, presencia y abundancia de nidos Socialización de proyecto y resultados parciales y finales.
MANEJO DE IMPACTOS SOBRE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE FUNZA. PMA 06 B			
Sin solicitudes	MANEJO DE IMPACTOS SOBRE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE FUNZA.	----	*Proyecto piloto Socialización de resultados*

Fuente: Elaboración propia del estudio

Para el componente obras se desarrollaron 11 fichas mencionadas en la tabla 11.3 las cuales modifican las actividades y programas actualizadas mediante oficio 2018078997-1-000del 20 de junio del 2018.

Tabla 11-3. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto – actividades de implementación de obras menores.

COMPONENTE OBRAS **IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS MENORES Y DE INFRAESTRUCTURA**	
AQV	MODIFICACIÓN LICENCIA AMBIENTAL
Remoción de cobertura vegetal, aprovechamiento forestal, descapote y disposición de suelos	Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos IO-01
Manejo de materiales y sobrantes de construcción	Manejo de materiales y sobrantes de construcción IO-02
Manejo de aguas lluvias y drenajes naturales	Manejo de aguas lluvias y drenajes naturales IO - 03
Señalización en áreas de construcción	Señalización IO 04
Manejo de cortes rellenos y zodmes	Manejo de cortes, rellenos y zodmes

	IO 05
Manejo de emisiones	Manejo de emisiones IO 06
Manejo de suelos	Manejo de suelos IO 07
Manejo de residuos	MANEJO DE RESIDUOS IO 08
Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas	Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas IO 09
Mantenimiento y repavimentación de pistas	Mantenimiento y repavimentación de pistas IO 010
Fresado	Fresado IO 011

Fuente: Elaboración propia del estudio

Para el componente socio económico, se modifican las fichas aprobadas en la resolución 1330 de 1995 y 1034 de 2015 y actualizadas mediante el oficio 2018078997-1-000del 20 de junio del 2018, quedando como definitivas especificadas en la tabla 11.4; aquí es importante mencionar que la ficha de gestión de empleo, se valida a través de las fichas de educación, teniendo en cuenta las competencias de la Aeronáutica Civil.

Tabla 11-4. Comparativos PMA de licenciamiento ambiental del proyecto – Plan de Gestión Social

COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO		
PLAN DE GESTIÓN SOCIAL		
SENSIBILIZACIÓN Y EDUCACIÓN PGS 01		
Resolución 1330	Resolución 1034	AQV
3.10 – 3.13	Atención a la comunidad	PGS 07 EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL AL PERSONAL VINCULADO A LA OPERACIÓN DEL PROYECTO PGS 08
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PGS 02		
3.10 – 3.13	• Gestión y participación ciudadana • Información y comunicación con autoridades comunidades y organizaciones • Información y comunicación del AID	PGS 01 GESTIÓN CON PARTICIPACIÓN CIUDADANA PGS 02 INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN CON AUTORIDADES Y ORGANIZACIONES PGS 03 INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN CON LAS COMUNIDADES DEL AI PGS 05 ATENCIÓN A LA COMUNIDAD IO 13 ATENCIÓN A LA COMUNIDAD

APOYO EN COGESTIÓN INTERINSTITUCIONAL Y COMUNAL PGS 03		
3.10 – 3.13	Apoyo al as actividades sociales y comunitarias	**PGS 06** APOYO A LAS ACTIVIDADES SOCIALES Y COMUNITARIAS

Fuente: Elaboración propia del estudio

11.1.1. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El PMA está comprendido por diferentes programas que abarcan los componentes biótico, abiótico y socioeconómico tal y como se caracterizó y describió en el capítulo 5 “Caracterización del área de influencia” y sus subíndices del presente Estudio de Impacto Ambiental. De esta forma, se formula a través de fichas de manejo ambiental en las que se relacionan acciones y medidas congruentes a la valoración y evaluación obtenidos de los impactos ambientales por las características operaciones del Aeropuerto planteadas para este proyecto; en la Tabla 11-1 se relacionan los impactos identificados con la medida de manejo propuesta para la ejecución de este proyecto, asimismo, en el Anexo A del presente capítulo, se presentan fichas establecidas como instrumentos que contienen las medidas, actividades e indicadores a desarrollar.

Con la finalidad de controlar y monitorear a manera continua y efectiva los impactos ambientales que son generados por las actividades presentadas para este proyecto y, de las cuales se han descrito en el Capítulo 8 “*Evaluación ambiental*” del presente Estudio de Impacto Ambiental, los cuales son de relevancia e importancia por la calificación obtenida y su categoría resultante; se estructura el plan de seguimiento y monitoreo del proyecto, en adelante PSM; con la finalidad de estructurar y presentar instrumentos en fichas de seguimiento, que permitirán evaluar en una temporalidad la efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas en el PMA. Asimismo, es de destacar que el PSM actualiza y sustituye los demás planes de seguimiento y monitoreo relacionados en el licenciamiento ambiental de las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio para el Aeropuerto Internacional El Dorado.

Así las cosas, la relación del PSM con los impactos identificados en el capítulo 8, se presentan en la Tabla 11-4. Relación fichas PSM, PMA e impactos ambientales identificadosy las fichas son implementadas en el Anexo B del presente capítulo.

Tabla 11-4. Relación fichas PSM, PMA e impactos ambientales identificados en las áreas a cargo de la Aerocivil y tenedores de espacio para el Aeropuerto Internacional El Dorado.

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA	FICHA PMA	FICHA PSM
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-27	MODERADO	**PMA-03** Residuos **PMA – 04** Vertimientos	**PSM – 03** Residuos **PSM – 04** Vertimientos
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-24	IRRELEVANTE	**PMA-03** Residuos **PMA – 04** Vertimientos	**PSM – 03** Residuos **PSM – 04** Vertimientos
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	-40	MODERADO	**PMA-02** Manejo y control de calidad de aire	**PSM – 02** Manejo y control de calidad de aire
			Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)	-40	MODERADO	**PMA-02** Calidad de aire	**PSM – 02** Manejo y control de calidad de aire
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora	-47	MODERADO	**PMA-01** Manejo y control de ruido	**PSM – 01** Manejo y control de ruido
	GEOESFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-21	IRRELEVANTE	**PMA-03** Residuos **PMA – 04** Vertimientos	**PSM – 03** Residuos **PSM – 04** Vertimientos

			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-22	IRRELEVANTE	**PMA-03** Residuos **PMA – 04** Vertimientos	**PSM – 03** Residuos **PSM – 04** Vertimientos
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Emisión de ruido	Alteración a comunidades de avifauna del Humedal Gualí	-22	IRRELEVANTE	**PMA-05 B** Fauna humedal Gualí	**PSM – 05 B** Fauna humedal Gualí
				Alteración a comunidades bovinas del municipio de Funza	-22	IRRELEVANTE	**PMA-06 B** Actividad agropecuaria	**PSM – 06 B** Actividad agropecuaria.
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Usos y relación con el medio ambiente	Emisión de ruido	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-67	SEVERO	**PMA-01** Manejo y control de ruido **PGS-01** Sensibilización y educación **PGS-02** Información y comunicación **PGS-03** Apoyo en cogestión interinstitucional y comunal	**PSM – PGS -01** Gestión socioeconómica
			Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOX, NOX)	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-39	MODERADO	**PMA-02** Calidad de aire **PGS-01** Sensibilización y educación **PGS-02** Información y comunicación **PGS-03** Apoyo en cogestión interinstitucional y comunal	**PSM – PGS -01** Gestión socioeconómica

			Emisión de ruido - Biótico - Ecosistemas	Generación de conflictos - Generación de Expectativas	-44	MODERADO	PMA-04-A PMA-04-B **PGS-01** Sensibilización y educación **PGS-02** Información y comunicación **PGS-03** Apoyo en cogestión interinstitucional y comunal	**PSM – PGS -01** Gestión socioeconómica
			Gestión del riesgo	Generación de conflictos – Generación de Expectativas.	-25	MODERADO	**PGS-04** Apoyo en la gestión del riesgo	**PSM – PGS -01** Gestión socioeconómica
	ECONÓMICO	Economía	Dinámica económica local	Modificación de las actividades económicas de la zona.	+27	MODERADO	**PGS-02** Información y comunicación	**PSM – PGS -01** Gestión socioeconómica

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Tabla 11-5. Relación fichas PSM, PMA e impactos ambientales para las actividades de construcción, desmantelamiento y abandono de obras civiles.

MEDIO	SUBCOMPONENTE	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA	FICHA PMA	FICHA PMA
ABIÓTICO	HÍDRICO	Agua	Generación residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-30	MODERADO	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos **IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.03** Manejo de aguas lluvias y drenajes naturales **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO.08** Manejo de residuos **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura

			Realización de cortes y rellenos	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-28	MODERADO	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos **IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.03** Manejo de aguas lluvias y drenajes naturales **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO.08** Manejo de residuos **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
			Vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas	Alteración de las características fisicoquímicas del agua superficial y subterránea	-32	MODERADO	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos **IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.03** Manejo de aguas lluvias y drenajes naturales **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO.08** Manejo de residuos **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
	ATMOSFÉRICO	Aire	Emisión de gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	Alteración de la calidad del aire por gases contaminantes (CO2, CO, SOx, NOx)	-40	MODERADO	**IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.06** Manejo de emisiones **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas **IO.11** Manejo de material de fresado	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura

			Emisión de material particulado (PM 2.5 y PM10)	Alteración de la calidad del aire por material particulado (PM 2.5 y PM10)	-42	MODERADO	**IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO.06** Manejo de emisiones **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas **IO.11** Manejo de material de fresado	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
			Emisión de ruido	Aumento de niveles de presión sonora	-36	MODERADO	**IO.06** Manejo de emisiones	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
	GEOESFÉRICO	Suelo	Generación de residuos sólidos (convencionales, peligrosos y especiales)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-29	MODERADO	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos **IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO.07** Manejo de suelos **IO.08** Manejo de residuos **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas **IO.11** Manejo de material de fresado	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
			Intervención del suelo	Cambio uso del suelo	-38	MODERADO	**IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO 0.7** Manejo de suelos **IO.08** Manejo de residuos	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura

			Pérdida de contención de sustancias químicas (combustible)	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo	-49	MODERADO	**IO.02** Manejo de materiales y sobrantes de construcción **IO.05** Manejo de cortes, rellenos y zodmes **IO 0.7** Manejo de suelos **IO.08** Manejo de residuos **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas **IO.10** Mantenimiento y repavimentación de pistas **IO.11** Manejo de material de fresado	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Fauna	Intervención de los ecosistemas	Alteración a los ecosistemas terrestres	-23	IRRELEVANTE	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
		Flora	Remoción de cobertura vegetal	Alteración a los ecosistemas terrestres	-21	IRRELEVANTE	**IO.01** Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
SOCIOECONÓMICO	DEMOGRÁFICO	Dinámica de la población	Intereses comunitarios por las actividades de construcción	Generación de expectativas en la población	-37	MODERADO	**IO.04** señalización	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
				Generación de conflictos con la comunidad	-48	MODERADO	**IO.04** señalización **IO.09** Manejo ambiental para campamentos, talleres y/o bodegas	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura
	ECONÓMICO	Economía local	Movilidad	Alteración del tráfico vehicular	-46	MODERADO	**IO.04** señalización	**PSM IO.1** Obras civiles y de infraestructura

Fuente: Elaboración propia del estudio adaptado de (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018).

11.2. OTROS PLANES Y PROGRAMAS

En cuanto a otros planes y programas para el aeropuerto El Dorado, no aplica el Plan de inversión del 1% ni el Plan de compensación por pérdida de biodiversidad. (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

11.2.1. PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

El Plan de inversión del 1% no aplica para las actividades de aeropuerto El Dorado, debido a que no se requiere la captación de aguas superficiales ni subterráneas, considerando lo mencionado en el artículo 2.2.9.3.1.1 del decreto 2099 de 2016 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2016). (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

…"*Todo proyecto que requiera licencia ambiental y que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales para cualquier actividad, deberá destinar no menos del 1% del total de la inversión para la recuperación, consideración, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica, de conformidad con lo dispuesto en el parágrafo 1° del artículo 43 de la ley 99 de 1993" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2016).*"…

11.2.2. PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Según lo mencionado en la resolución 1517 de 2012 "por el cual se adopta el manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2012), y el manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2012); no aplica el plan respectivo debido a que no hay afectación de ecosistemas naturales, y no se requiere aprovechamiento de coberturas vegetales, siendo el presente documento solamente una actualización del Plan de Manejo Ambiental – PMA. (Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017., 2018)

BIBLIOGRAFÍA

- (Ed.)., U. (2018). Información Pública Aeronáutica.
- Aerocivil - F-Air Colombia, 2019. (2019). Obtenido de http://www.aerocivil.gov.co/cea/Fair2019/Documents/F-AIR%202019%20DG.JUAN%20CARLOS%20SALAZAR.pdf
- Aerocivil. (2019). *Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil*. Obtenido de http://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/Estadsticas%20operacionales/Estad%C3%ADsticas%20Trafico%20de%20Aeropuertos%20Dici
- Aerocivil, Boletines oepracionales. (2019). Obtenido de http://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/boletines-operacionales
- Aerocivil, contrato de consultoria 17001308 H3 - 2017. (2018). *Plan de manejo ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, áreas a cargo de la aeronáutica civil.*
- Aerocivil. (2018). Obtenido de http://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/Colombia-iniciar%C3%A1-monitoreo-a-aerol%C3%ADneas-por-emisiones-de-CO2-.aspx
- Aloysius, S., Pearce, D., & Luiz., W. (2007). ALAQS - Comparison of CFD and Lagrangian Dispersión Methods - Simple Scenario during Take-off. London, United Kingdom : European Organisation for the Safety of Air EUROCONTROL.
- Banco Mundial. (2019). *Transporte aéreo, pasajeros transportados*. Obtenido de Banco Mundial: https://datos.bancomundial.org/indicator/IS.AIR.PSGR?end=2018&start=1970&view=chart
- Barría, C. (6 de MArzo de 2020). *BBC News Mundo*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias-51757957
- Bel, G., & Fageda, X. (s.f.). *La dinámica de vuelos intercontinentales directos desde aeropuertos europeos. In G. Bel, & M. Nadal (Eds.),.* Obtenido de Anuario de la movilidad 2008 (pp. 107-118). Barcelona: Fundación RACC. : http://saladepremsa.racc.cat/wp-content/uploads/2009/07/anua-rio-movilidad-2008.pdf
- Boeing. (1999). Engine thrust hazards. *Aeromagazine No 06*.
- Camara de Comercio de Bogotá. (2008). Caracterización urbanística, social y ambiental del entorno del Aeropuerto Internacional El Dorado . Bogotá D.C.
- Consorcio Sendero de las Mariposas 2017. (2019). *Estudio de Impacto Ambiental – Construcción del Proyecto Sendero de los Cerros Orientales de Bogotá Capítulo 5.5. Servicios ecosistémicos.* Bogotá.
- Contrato N° 17001308H3. (2018). Plan de manejo ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá áreas a cargo de la Aeronáutica Civil. *Consorcio AQV - TF El dorado*. Bogotá D.C.
- Decreto 1076 . (2015). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* . Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153
- Dr. John, B., & Dr. Jean-Paul, R. (15 de 04 de 2020). *Air transportation is the movement of passengers and freight by any conveyance that can sustain controlled*

flight. Obtenido de The Geography of Transport Systems: https://transportgeography.org/?page_id=1765

- DREAMSPOTTER PHOTO & VIDEO. (s.f.). *DREAMSPOTTER PHOTO & VIDEO*. Obtenido de http://dreamspotter.canalblog.com/archives/2010/09/01/20199635.html
- Estudios de la Aviación Latino América. (2013). *Aeropuerto Internacional El Dorado, Bogotá, Republica de Colombia*. Obtenido de https://aviationstudios-latinoamerica.blogspot.com/2015/07/aeropuerto-internacional-el-dorado.html
- Federal Aviation Administration. (16 de 09 de 2020). *Federal Aviation Administration*. Obtenido de Sectión 4. Wake Turbulence: https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap7_section_4.html
- Fondo de prevención y atención de emergencias [FOPAE]. (2012). (s.f.). *Metodologías de análisis de riesgo documento soporte, Guía para elaborar planes de emergencia y contigencias. .* Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- FOPAE. (2012). Metodologías de análisis de riesgo. *Guía para elaborar planes de emergencia y contingenicas* . Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- GRANDJEAN, P. M. (26 de 05 de 2016). *Connected World: Untangling the Air Traffic Network*. Obtenido de http://www.martingrandjean.ch/connected-world-air-traffic-network/
- Güller, M. (2002). *Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto.* Obtenido de Madrid: Gustavo Gili.
- IATA. (2019). *@IATA, Twitter.* Obtenido de https://twitter.com/IATA/status/1206356982900244480?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1206356982900244480&ref_url=https%3A%2F%2Fwww.cambio16.com%2Fcrecimiento-economico-marco-el-ritmo-a-la-industria-aeronautica-en-2019%2F
- ICAO. (2019). Obtenido de https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure_8Panels-SPA-Web.pdf
- IDEAM. (2002). Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo. Bogotá D.C, Colombia.
- IDEAM. (2020). *Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológico*. Obtenido de http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/
- International Civil Aviation Organizatión . (2018). Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports. *ICAO 9911*.
- Kasarda, J. D., & Lindsay, G. (2011). *Aerotropolis: The way we'll live next.* Obtenido de Nueva York: Farrar, Straus and.
- La República. (16 de Abril de 2020). *La República.* Obtenido de https://www.larepublica.co/globoeconomia/iata-solicito-prestamos-y-exenciones-a-los-gobiernos-de-america-latina-y-el-caribe-2982716
- Lelaie, C. (2016). Wake vortices. *Airbus Safety First Magazine No 21*, 42-50.
- MADS. (2014). *Programa Nacional de Biocomercio Sostenible (2014-2024)*. Bogotá D.C.
- MADS. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.* Bogotá D.C.: ANLA.
- MADS. (2020). LISTADO DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL. *Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana*.

- Mariposas, C. s. (2017). Capitulo 5. Caracterización del área de influencia 5.1.9 Atmósfera. *Estudio de Impacto Ambiental - Contrucción del proyecto sendero en los cerro orientales de Bgota*. Bogotá, Colombia.
- MEA. (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.* ONU.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (05 de 2020). *MinAmbiente*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-del-riesgo-de-desastres
- Ministerio del Interior. (2012). *Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo.* Bogotá.
- NASA. (16 de 09 de 2020). *NASA*. Obtenido de Dryden Flight Research Center: https://www.nasa.gov/centers/dryden/about/Organizations/Technology/Facts/TF-2004-14-DFRC.html
- OACI. (2018). *Crecimiento sostenido del tráfico de pasajeros y demanda moderada de servicios de carga aérea en 2018*. Obtenido de https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ES/Solid-passenger-traffic-growth-and-moderate-air-cargo-demand-in-2018.aspx
- Odinsa. (2018). Obtenido de https://www.odinsa.com/wp-content/uploads/MEMORIA-ANUAL-ODINSA-2018.pdf
- Rincón Ruiz, e. a. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos.*
- Rosero, J., Florian , E., Toro, J. J., Marínez , L. F., & Martelo , C. N. (2016). *Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia -Sede Bogotá.* Bogotá D.C. Obtenido de http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodologia-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-impactos-ambientales.pdf
- Secretaria Distrital de Planeación. (2018). *SDP.* Obtenido de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/aeropuerto_el_dorado_22-10-18.pdf
- Sort, J. J. (2008). *Del aeródromo a la ciudad aeroportuaria.* Obtenido de http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/01.%20Jordi%20Julia%20Sort.pdf
- Synylo, K., Krupko, A., Zaporzhets, O., & Makarenko, R. (Marzo de 2020). CDF simulation of exhuast gases jet from aircraft engine. Kyiv, Ukraine: ScienceDirect.
- The Guardian. (2015). *In flight: See the planes in the sky right now.* Obtenido de http://www.theguar-dian.com/world/ng-interactive/2014/aviation-100-years