

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

IMPACTO EN EL USO DEL SUELO DEBIDO A LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA
PISTA DE ATERRIZAJE EN LA ZONA ALEDAÑA A EL DORADO

YORELLY MARCELA DIAZ ROJAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA VIAL
BOGOTÁ D.C

2021

1

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

IMPACTO EN EL USO DE SUELO DE UNA NUEVA AMPLIACIÓN DEL
AEROPUERTO DE BOGOTÁ - EL DORADO

YORELLY MARCELA DIAZ ROJAS

Trabajo de grado para obtener el título de Magister en Infraestructura Vial

Director:
Oscar Eduardo Díaz Olariaga
Doctor en Ingeniería Aeronáutica

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA VIAL
BOGOTÁ D.C

2021

2

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

Este proyecto y todos mis éxitos van dedicados a mis padres William Díaz Ramos, Omaira Rojas González, al igual que a mis hermanos Vanessa Díaz y Ronhal Ochoa, quienes siempre han creído en mis capacidades y me han apoyado incondicionalmente.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la sabiduría y entendimiento para realizar de la mejor manera este proyecto de investigación.

De igual forma, agradezco al ingeniero Oscar Díaz Olariaga, quien, como director, siempre estuvo guiándome y realizando aportes importantísimos para esta investigación, y, al ingeniero Carlos Mauricio Guevara por su ayuda, aporte de conocimiento y apoyo en el desarrollo del documento.

Así mismo, agradezco a mis padres, hermanos y amigos, quienes con su apoyo y colaboración aportaron un granito en el proceso de ejecución de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GENERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. ESTADO DEL ARTE	17
5. MARCO TEÓRICO	19
5.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES QUE PERMITEN LA COMPATIBILIDAD ENTRE EL USO DEL SUELO Y EL AEROPUERTO	20
5.1.1. Aeronaves y obstáculos altos	21
5.1.2. Ayudas y obstrucciones	25
5.1.3. Aeronaves y Aves	27
5.1.4. Ruido y Sensibilidad	29
6. MARCO NORMATIVO	36
6.1. USO DEL SUELO DE BOGOTÁ	37
6.1.1. Clases del Suelo	37
6.1.2. Usos del suelo	38
6.1.3. Áreas de actividad	38
6.1.3.4. Área de actividad central	40
6.1.3.5. Área urbana integral	41
6.2. ASPECTOS TERRITORIALES DE ENGATIVÁ	42
6.2.1. Ubicación	42
6.2.2. Clasificación del Suelo – Localidad de Engativá	42
6.2.3. Unidades de Planeamiento Zonal Engativá	44
6.2.4. Sectores Catastrales Engativá	48
6.2.5. Usos del Suelo de Engativá	50
6.2.6. Estratificación Urbana de Engativá	52
6.3. ASPECTOS TERRITORIALES DE FONTIBÓN	55
6.3.1. Ubicación	55
6.3.2. Clasificación del Suelo – Localidad de Fontibón	55
6.3.3. Unidades de Planeamiento Zonal Fontibón	57
6.3.4. Sectores Catastrales Fontibón	60
6.3.5. Usos del Suelo de Fontibón	62
6.3.6. Estratificación Urbana de Fontibón	64
6.4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNZA	67
6.4.1. Suelo urbano	67
6.4.2. Suelo de expansión urbana	67

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.4.3. Suelo rural	67
6.4.4. Suelo de protección	67
6.5. ASPECTOS TERRITORIALES DEL MUNICIPIO DE FUNZA	68
6.5.1. Ubicación	68
6.5.2. Economía Rural	68
6.6. REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA – RAC 14	71
6.6.1. Distancia mínima entre pistas paralelas	71
6.6.2. Restricción y eliminación de obstáculos	71
7. METODOLOGÍA	72
7.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	72
7.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	72
7.2.1 Identificación de las fuentes de información	72
7.2.2 Recopilación de información y selección de la más relevante para el análisis	72
7.2.3 Procesamiento de datos	72
7.2.4 Análisis de resultados	73
7.2.5 Conclusiones e informe final	74
7.3 ESTRUCTURACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL	74
8. RESULTADOS	75
8.1. ALTERNATIVAS CONTEMPLADAS EN EL ÚLTIMO PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO EL DORADO para la construcción de una tercera pista.	76
8.1.1. Alternativa 1	76
8.1.2. Alternativa 2	79
8.1.3. Alternativa 3	81
8.1.4. Alternativa 4	84
8.1.5. Alternativa 5	86
8.1.6. Alternativa 6	89
8.1.7. Alternativa 7	91
8.1.8 Alternativa 8	94
8.2. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TERCERA PISTA DEL AEROPUERTO, DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL IMPACTO EN EL USO DE SUELO	96
9. CONCLUSIONES	99
10. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proyecciones de demanda de operaciones y capacidad requerida	14
Tabla 2. Clave de referencia de aeródromo	24
Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)	31
Tabla 4. Áreas de actividad residencial	39
Tabla 5. Áreas de actividad dotacional	39
Tabla 6. Área de actividades de comercio y servicios	40
Tabla 7. Áreas de actividad central	41
Tabla 8. Área urbana integral	41
Tabla 9. Clasificación y extensión de las UPZ de Engativá	45
Tabla 10. Sectores catastrales por UPZ 2017	48
Tabla 11. Uso del suelo – Engativá	50
Tabla 12. Número de manzanas por estrato socioeconómico	52
Tabla 13. Estrato socioeconómico según UPZ – Localidad de Engativá	53
Tabla 14. Clasificación y extensión de las UPZ de Fontibón	57
Tabla 15. Sectores catastrales por UPZ 2017	60
Tabla 16. Uso del suelo - Fontibón	62
Tabla 17. Número de manzanas por estrato socioeconómico	64
Tabla 18. Estrato socioeconómico según UPZ – Localidad de Fontibón	65
Tabla 19. Pronóstico de operaciones	75
Tabla 20. Pronóstico de pasajeros	76
Tabla 21. Comparación de las ocho alternativas	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (a, b, c). Proyección de la demanda según pronósticos de 2012 (P2012) y de 2015 (P2015)	13
Figura 2. Superficie limitadora de obstáculos	23
Figura 3. Mapa de ruido del Aeropuerto El Dorado-Bogotá	34
Figura 4. Clasificación del suelo – Engativá	43
Figura 5. Unidades de planeamiento zonal - UPZ de la localidad de Engativá	47
Figura 6. Sectores catastrales – Engativá	49
Figura 7. Uso del suelo de Engativá.....	51
Figura 8. Estratificación por manzana - Localidad Engativá	54
Figura 9. Clasificación del suelo – Fontibón	56
Figura 10. Unidades de planeamiento zonal - UPZ de la localidad de Fontibón	59
Figura 11. Sectores Catastrales – Fontibón	61
Figura 12. Uso del suelo de Fontibón.....	63
Figura 13. Estratificación por manzana - Localidad Fontibón	66
Figura 14. División Política Administrativa Municipio de Funza	69
Figura 15. Clasificación del suelo - Municipio de Funza	70
Figura 16. Alternativa 1 - construcción de una tercera pista	77
Figura 17. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 – Localidad de Fontibón.....	78
Figura 18. Alternativa 2 - construcción de una tercera pista	80
Figura 19. Alternativa 3 - construcción de una tercera pista	82
Figura 20. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 - Localidad de Fontibón	83
Figura 21. Alternativa 4 - construcción de una tercera pista	85
Figura 22. Alternativa 5 - construcción de una tercera pista	87
Figura 23. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 - Localidad de Engativá	88
Figura 24. Alternativa 6 - construcción de una tercera pista	90
Figura 25. Alternativa 7 - construcción de una tercera pista	92
Figura 26. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 – UPZ Engativá y Garcés Navas.....	94
Figura 27. Alternativa 8 – construcción de una tercera pista	95

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un análisis del impacto en el uso del suelo de cada una de las alternativas contempladas en el nuevo plan maestro del aeropuerto El Dorado de Bogotá, donde se propone la construcción de una tercera pista que permita su ampliación, y de esta manera, en el corto plazo, contar con la capacidad instalada suficiente para atender satisfactoriamente la demanda de operaciones aéreas que muestran las proyecciones realizadas.

Esta investigación es de tipo descriptivo con enfoque bibliográfico y cualitativo porque para su desarrollo se optó por buscar información confiable de las entidades responsables de la planificación del uso del suelo en las zonas aledañas al aeropuerto El Dorado y de la autoridad aeronáutica, Aerocivil. Se visitaron los portales web de la Aerocivil, Secretaría Distrital de Planeación y de la alcaldía municipal de Funza. También se obtuvieron datos a través de oficios que se enviaron a la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá.

El análisis se fundamentó en la información recopilada sobre el uso del suelo en las localidades de Engativá y Fontibón de la ciudad de Bogotá, que actualmente son las que directamente enfrentan los efectos causados por el ruido de las operaciones aéreas del aeropuerto el Dorado al presentar grandes áreas de suelo urbano residencial. Además, se incorpora información del uso del suelo del Municipio de Funza porque sobre este sector se proyectan algunas alternativas.

De las alternativas planteadas, desde el punto de vista del uso del suelo, las más viables son la 4, que en su totalidad quedaría ubicada en suelo rural, carente de áreas de desarrollo denso, y la 8, que solo abarcaría 0,53 hectáreas de suelo urbano residencial. Sin embargo, en ambas alternativas habría que construir infraestructuras sobre el río Bogotá, lo que causaría impactos ambientales aún no previstos.

Palabras clave: Aeropuerto, denso, desarrollo, suelo, pistas, localidades, barrios.

INTRODUCCIÓN

El Aeropuerto Internacional El Dorado, ubicado en la ciudad de Bogotá, distrito capital, comenzó operaciones a finales de la década de 1950. A principios de la década de 1990 el transporte aéreo se liberaliza en Colombia, lo que da pie, entre otros hechos, a la privatización de los principales aeropuertos del país, incluido El Dorado; con ello la demanda del transporte aéreo a nivel nacional, empieza a crecer y se dispara a mediados de la década del 2000 cuando el Aeropuerto El Dorado se privatiza (Díaz Olariaga, 2016, 2017), por lo que este aeropuerto lidera e impulsa el crecimiento del transporte aéreo de los colombianos.

Desde el 2006, el aeropuerto ha experimentado dos grandes ampliaciones, al tiempo que su entorno ha sido intervenido por un trascendental e incesante desarrollo urbano. La administración del aeropuerto, de acuerdo con la cantidad de operaciones aéreas, tanto de carga como de pasajeros nacionales e internacionales, ha realizado unas proyecciones de demanda de transporte aéreo en El Dorado, que muestran un crecimiento sostenido hasta el año 2041 (Aerocivil, 2014). Junto con las proyecciones, los planificadores aeroportuarios plantean la necesidad de más ampliaciones del aeropuerto, en especial de su sistema de pistas.

A medida que el aeropuerto fue avanzando en su desarrollo de tráfico y ampliación de su infraestructura, se ha intensificado un acelerado desarrollo urbano en su entorno, preponderantemente informal, es decir, no ordenado ni controlado, que prácticamente no ha cesado hasta el presente, y cercando literalmente al aeropuerto en tres de sus cuatro caras, la norte, la sur y la oriental. Esta situación, nunca deseada, pero siempre advertida por los planificadores aeroportuarios, no parece ser tenida en cuenta por las administraciones locales de las ciudades que albergan aeropuertos y pone en riesgo el desarrollo del aeropuerto porque frena su crecimiento y con ello, todas las oportunidades que genera para la ciudad, región y el propio país: empleo, riqueza, soporte a otras industrias relacionadas y conectividad nacional e internacional, entre otras. Debido a esta escasa disponibilidad de suelo, más otras restricciones de tipo ambiental, la Aeronáutica Civil planteó la alternativa de construir un nuevo aeropuerto a 15 km del actual, hacia el occidente, que operaría de forma complementaria con el actual. Los estudios iniciaron en 2015, pero a la fecha la viabilidad de ese proyecto es muy incierta, no se ha superado aún la fase de estudios; la construcción de un nuevo aeropuerto demora años, incluso décadas, y las necesidades de ampliación del actual aeropuerto son prioritarias a corto plazo.

Considerando que la decisión final sea la construcción de una tercera pista del aeropuerto internacional El Dorado, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los impactos en el uso del suelo que ésta produciría en las comunidades vecinas a su área de influencia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Aeropuerto Internacional El Dorado, situado en la ciudad de Bogotá D.C. y único aeropuerto que se utiliza en la ciudad, es de propiedad pública pero con operación concesionada desde el año 2007 a la empresa privada OPAIN S.A. (Díaz Olariaga, 2017), año en que el aeropuerto experimentó el inicio de una importante ampliación de su infraestructura e instalaciones, en especial, el nuevo edificio del terminal de pasajeros, con una inversión de USD 650 millones y que culminó en el año 2013. En el 2015 se inició una segunda ampliación que finalizó en el 2018; esta última ampliación incluyó obras tanto en el lado tierra: terminal de pasajeros, zonas de comercio y estacionamientos de automóviles, entre otros, como en el lado aire: pistas, calles de rodaje, plataformas y demás infraestructura para operaciones aéreas.

El aeropuerto, ubicado a 2.548 m sobre el nivel del mar, cuenta con un área aproximada de 975 hectáreas y se encuentra a 12 km del centro de la ciudad de Bogotá; limita con las localidades de Fontibón y Engativá, en sus caras sur y norte respectivamente y también en toda la cara oriental del aeropuerto, ambas pertenecientes administrativamente a la ciudad de Bogotá. En su cara occidental limita con el río Bogotá y humedales pertenecientes a la zona rural del municipio de Funza. El aeropuerto cuenta con un sistema de dos pistas paralelas, 13L/31R pista norte y 13R/31L pista sur; ambas para operaciones de despegue y aterrizaje. Cada pista tiene una longitud de 3.800m de largo x 45 m de ancho (AIP, 2019) y la clave de referencia del aeródromo es 4-E. Las estadísticas del año 2019 indican que el aeropuerto movilizó, en total 32,7 millones de pasajeros nacionales + internacionales, 741 mil toneladas de carga aérea y realizó 333 mil operaciones, despegues / aterrizajes (Aerocivil, 2020). En el aeropuerto trabajan, aproximadamente unas 23.000 personas (Díaz Olariaga et al., 2018b).

En las últimas dos décadas y media Bogotá ha liderado e impulsado el desarrollo del tráfico aéreo a nivel nacional. Desde el año de la liberalización del transporte aéreo en el país (1991) al año 2018, el tráfico total de pasajeros creció más de siete veces, 711% (Aerocivil, 2020). Este acelerado crecimiento del tráfico y de la demanda fue absorbido de forma paulatina en el tiempo y muy especialmente por las dos últimas ampliaciones del aeropuerto, 2007-2013 y 2015-2018. No obstante, estas dos ampliaciones no incluyeron actuación alguna en el sistema de las dos pistas del aeropuerto.

De acuerdo con información obtenida de la Aerocivil, existen proyecciones de demanda y capacidad requerida, realizadas en las dos últimas actualizaciones del Plan Maestro del aeropuerto (2012 y 2015), las cuales se muestran en la Figura 1: a, b, c y la Tabla 1.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

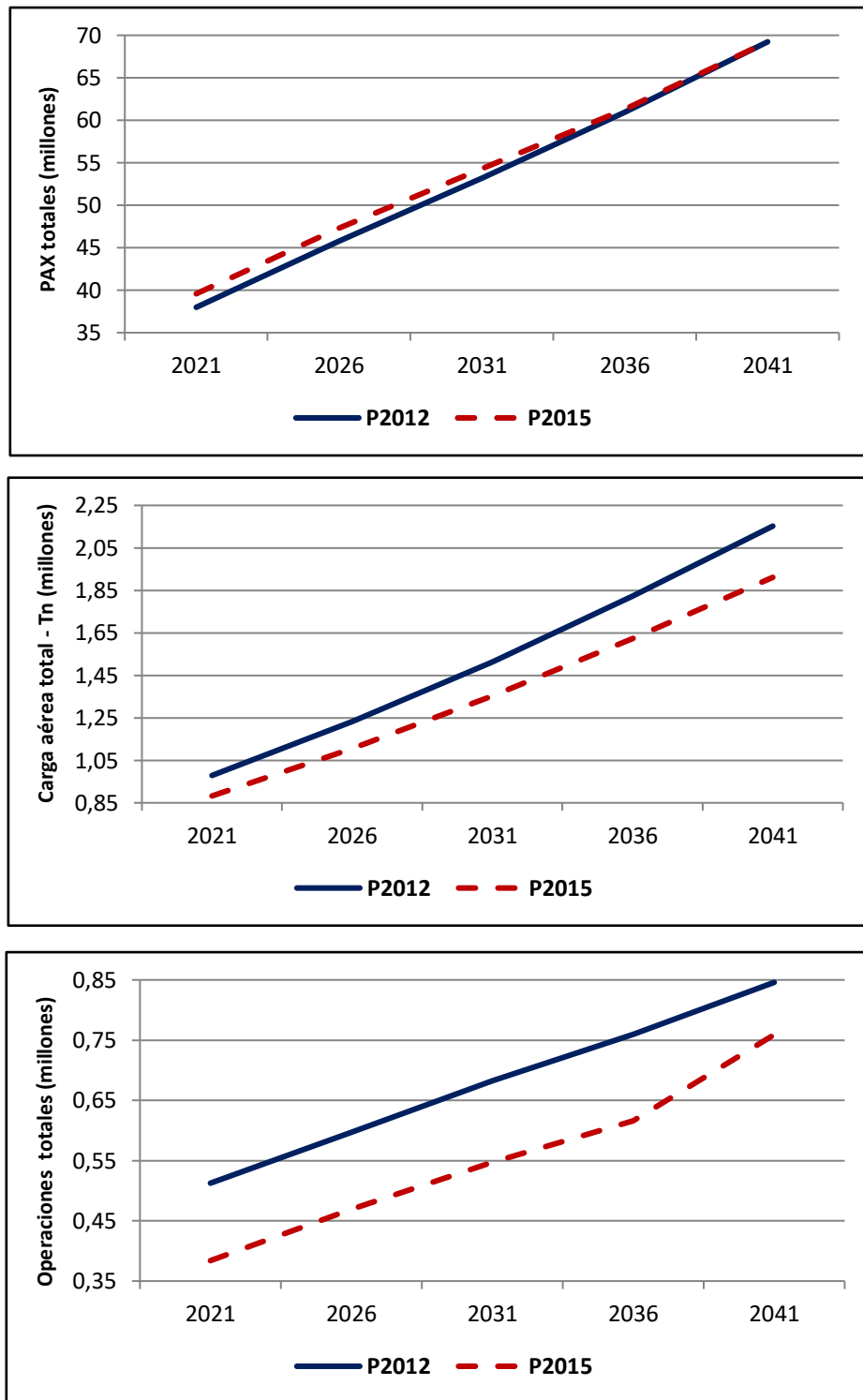


Figura 1. (a, b, c). Proyección de la demanda según pronósticos de 2012 (P2012) y de 2015 (P2015)
Fuente: Aeronáutica Civil, Aerocivil. (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 1. Proyecciones de demanda de operaciones y capacidad requerida

Año	Demanda de operaciones (hora pico) (aterrizajes-Despegues)	Capacidad requerida	Pistas necesarias
2021	120	118 - 124	3
2026	137	136 - 144	4
2031	154	186 - 196	5
2041	184	186 - 196	5

Fuente: Aeronáutica Civil [Aerocivil]. (2014a). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

Como se aprecia en las proyecciones de la Tabla 1, para el año 2021, en hora pico, habrá una demanda de 120 operaciones, entre aterrizajes y despegues. La capacidad requerida deberá estar entre 118 y 124 operaciones en horas pico, datos concluyentes para determinar que se necesitan 3 pistas para poder cumplir a cabalidad con la demanda proyectada.

Entonces, de aprobarse una inmediata ampliación del aeropuerto de Bogotá, ésta implicaría la construcción de una tercera pista, junto con otras infraestructuras e instalaciones de soporte, por ejemplo: nuevas calles de rodaje, un nuevo edificio del terminal de pasajeros o ampliación del actual, una nueva plataforma, etc. Por ello, con el presente proyecto se analizará el impacto en el uso del suelo de cada una de las diferentes alternativas de construcción de la tercera pista propuesta en el Plan Maestro del aeropuerto.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente Colombia se encuentra en un cambio constante debido a su reconocimiento geoestratégico y diversidad cultural tanto a nivel nacional como internacional que conlleva a un intercambio permanente de bienes y servicios que impulsan el crecimiento socioeconómico y sectorial. Consecuencia de esta transformación, es la llegada de nuevos inversionistas al país, y el arribo de muchos extranjeros que ven en Colombia una de las mejores opciones para visitar.

De acuerdo con las expectativas del país frente al comercio internacional y a la llegada de turistas, factores muy relevantes para lograr el crecimiento económico, se hace necesario contar con una capacidad de transporte aéreo suficiente y una infraestructura física aeroportuaria adecuada; motivo por el cual es imperativa la ampliación del principal aeropuerto de Colombia; evento que permitirá un movimiento dinámico de mercancías y personas que impulsarán y acelerarán el desarrollo del territorio nacional.

A la fecha no existen, al menos de carácter público, estudios técnicos de consultoría ni académicos o científicos, que analicen, evalúen o estimen con cierto grado de precisión, el impacto, en todos sus órdenes y dimensiones, de una nueva ampliación del aeropuerto el Dorado en la ciudad de Bogotá. Por ello, este trabajo investigativo será muy importante porque abordará el análisis del impacto que tendrá la construcción de una tercera pista en el aeropuerto El Dorado, teniendo en cuenta únicamente el uso del suelo en el área afectada por cada una de las alternativas presentadas. El trabajo podrá constituirse en un aporte valioso para las autoridades aeroportuarias y los organismos responsables de tomar decisiones en la aprobación de la obra porque se aportan datos y conceptos sobre cada una de las alternativas, que permiten visualizar la viabilidad o inviabilidad de las mismas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el impacto en el uso del suelo de cada una de las diferentes alternativas presentadas para la construcción de una tercera pista que permita la ampliación del Aeropuerto El Dorado de Bogotá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los fundamentos y argumentos sobre la necesidad de construcción de una tercera pista en el aeropuerto El Dorado de Bogotá.
- Realizar el inventario de bienes inmuebles y disponibilidad de suelo en todo el entorno del aeropuerto, localidades de Engativá y Fontibón, excluyendo el recinto aeroportuario.
- Sugerir la viabilidad y/o inviabilidad de cada una de las alternativas presentadas para la construcción de la tercera pista del aeropuerto, teniendo en cuenta únicamente el impacto en el uso de suelo en el área de influencia.
- Extractar las conclusiones más relevantes de toda la información procesada en la realización del presente trabajo.
- Exponer sugerencias y/o recomendaciones sobre los resultados obtenidos en el procesamiento de la información recopilada para desarrollar el presente trabajo

4. ESTADO DEL ARTE

Actualmente, con el desarrollo de las operaciones aéreas, no solo en Colombia sino en Latinoamérica y el resto del mundo se han intensificado algunos conflictos entre los habitantes cercanos a los aeropuertos y las operaciones de éstos, principalmente por el incremento en la contaminación ambiental por el ruido que causan las aeronaves al despegar, aterrizar y por operaciones de pruebas de motores (Caldeira da Silva et al., 2019). Estos autores, para realizar su estudio toman como caso tipo la situación brasileña, del cual lanzan sus propias conclusiones y recomendaciones que podrían ser tenidas en cuenta para el caso del Aeropuerto El Dorado. Una de las conclusiones que esbozan Caldeira da Silva et al. (2019) es que la normatividad brasileña para la planificación del uso del suelo alrededor de los aeropuertos es compleja y sujeta a acciones de varias entidades.

El análisis de la situación brasileña les permitió resaltar dos asuntos principales asociados con la planificación del uso del suelo alrededor de los aeropuertos como las restricciones del uso del suelo, las cuales, en muchos casos no se implementan o no se hacen cumplir, e incluso cuando se implementan correctamente, las restricciones al uso del suelo no evitan conflictos relacionados con el ruido debido quizás a problemas con las metodologías actuales para definir las áreas afectadas por el ruido. Una recomendación presentada por Caldeira da Silva et al., teniendo en cuenta la cantidad de entidades responsables de la planificación del uso del suelo alrededor de los aeropuertos es que deben existir definiciones claras de los compromisos de todas las partes afectadas y la importancia de que sea una sola entidad central la responsable de definir y coordinar las reglas con todas las otras partes involucradas (Caldeira da Silva et al., 2019).

Abordando el problema de la contaminación ambiental por ruido, los autores sugirieron que se sigan aplicando enfoques de costo-beneficio, en lugar de los criterios de aceptabilidad actuales basados en umbrales de ruido que no reflejen la naturaleza altamente subjetiva de los problemas de ruido de las aeronaves. También proponen un posible proceso de compatibilidad para residencias sujetas a altos niveles de ruido con responsabilidad compartida para los operadores del gobierno y del aeropuerto debido a las diferentes causas posibles del problema. Para terminar, los autores del estudio destacan la importancia de una comunicación efectiva y oficial entre todos los interesados incluidos los ciudadanos, independientemente de los niveles de ruido a que están expuestos (Caldeira da Silva et al., 2019).

Otros autores consideran que la infraestructura del sistema aéreo hoy en día ocupa un área determinada de suelo, motivo por el cual los aeropuertos se encuentran enfrentando una incompatibilidad del uso del suelo y la falta del mismo para poder expandirse y así satisfacer la creciente demanda de operaciones de manera eficiente, efectiva y segura. Janic (2016) en su investigación plantea realizar un análisis en cuanto a aspectos económicos, sociales y ambientales sobre el uso del suelo en las zonas aledañas a los aeropuertos. Para tal fin el autor en su investigación desarrolla una metodología que

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

consiste en describir los principales desafíos relacionados con la incompatibilidad del uso del suelo en dos grandes aeropuertos: el de Ámsterdam-Schiphol, Países Bajos y el de Londres-Heathrow, Reino Unido; así mismo el autor pretende hacer una descripción de los indicadores y medidas de desempeño del uso del suelo.

El autor en su investigación concluyó que para los aeropuertos más espaciosos se ha experimentado que requieren de una menor capacidad e intensidad en el uso del suelo en cuanto a movimientos de transporte aéreo. En relación con el análisis económico del uso del suelo, concluyó que los aeropuertos dependen principalmente de los volúmenes y las características económicas de la demanda, sin dejar de lado el crecimiento del tráfico aéreo (Janic, 2016).

En otras investigaciones se estudia la planificación del uso de suelo alrededor de aeropuertos en ciudades capitales; esta planificación se realiza mediante un proceso fragmentado en el cual se tienen en cuenta los marcos legislativos, políticas actuales, prioridades e intereses en las partes interesadas en competencia, la coordinación inadecuada y la toma de decisiones.

Stevens y Baker (2013) realizan una descripción sobre conceptos aeroportuarios para aeropuertos de Australia; su investigación detalla las interfases de las metrópolis aeroportuarias en cuanto a gobernanza, desarrollo económico, infraestructura y planificación en el uso del suelo. En la investigación argumentan que teniendo en cuenta los resultados, los cuales fueron tomados de una serie de foros que se realizaron con personas interesadas en el tema y tomadores de decisiones de aeropuertos, llegaron a la conclusión que muchas veces no se tiene una buena planificación debido a la mala coordinación que existe entre el Estado, el territorio y el gobierno local, situación que provoca desacuerdos y causa enfrentamientos entre las cohortes de partes interesadas en los estudios de casos de los aeropuertos. Por último, el autor concluye que la planificación regional e internacional cooperativa e integrada debe negociarse a nivel local y regional (Stevens y Baker, 2013).

5. MARCO TEÓRICO

La ubicación de un aeropuerto en cercanías de una comunidad trae consigo muchas expectativas para ambas partes por las ventajas y oportunidades que aquel genera, pero también por los conflictos que se puedan presentar teniendo en cuenta que existen restricciones frente al bienestar, la convivencia y la funcionalidad. De lograrse un equilibrio permanente, es posible alcanzar grandes beneficios tanto económicos como sociales y ambientales.

Los usos del suelo compatibles con el aeropuerto se definen como aquellos que pueden coexistir con el aeropuerto sin limitar la seguridad y la eficiencia de las operaciones del mismo; además, no deben exponer a condiciones de riesgo a las personas que viven o trabajen cerca, ni pueden ser sometidos a niveles de ruido inaceptables (Airport Cooperative Research Program, ACRP, 2010).

De acuerdo con diferentes documentos sobre aeropuertos, elaborados por autoridades aeronáuticas y grupos de investigación, la compatibilidad se alcanza cuando se concentra en dos aspectos fundamentales: el ruido que puede afectar el bienestar de la población, pues representa una amenaza potencial para su salud (Konstantinos, 2012), por lo que se convierte en uno de los mayores obstáculos para la construcción de nuevos aeropuertos o la expansión de éstos (Rodríguez Díaz et al., 2017) y, la seguridad de las operaciones aéreas, que se puede afectar por la presencia de estructuras altas, obstrucciones a las ayudas de navegación o por la presencia de aves alrededor del aeropuerto causada por las actividades o construcciones del hombre.

A continuación, se pueden observar algunas actividades que representan peligros en aeropuertos de Estados Unidos para las operaciones aéreas de despegue y aterrizaje de los aviones:

- Desarrollo residencial: 68.3%
- Usos del suelo en concentración de personas: 57.7%
- Usos del suelo que atrae fauna: 39.8%
- Usos de suelo sensible al ruido diferente a residencial: 29.3%
- Estructuras altas: 22.8%
- Obstrucción visual: 10.6%

Nótese que el mayor peligro potencial en los aeropuertos es el desarrollo residencial; le sigue usos del suelo en concentración de personas; en el tercer lugar está usos del suelo que atrae fauna; seguidamente, usos del suelo sensible al ruido diferente a residencial; en el quinto lugar están las estructuras altas; y por último la obstrucción visual.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

En el informe Airport Cooperative Research Program (2010) se señala que, en caso de presentarse un accidente aéreo, las consecuencias pueden ser más graves si la aeronave llega a impactar, por ejemplo, con una institución educativa o de salud donde se presentan altas concentraciones de personas, o con infraestructuras donde se produzca o almacene material inflamable. Además, hay estadísticas que muestran que los accidentes de aviación tienden a ocurrir cerca de los extremos de la pista bajo las trayectorias de aproximación y de ascenso. Así mismo, el informe Boeing Commercial Airplanes (2016), señala que el 61% de los accidentes fatales se presentan dentro y cerca de los aeropuertos: despegue 6%, ascenso inicial 6%, aproximación final 26% y aterrizaje 23%.

Los Países Bajos y el Reino Unido desarrollaron modelos analíticos que permiten establecer el riesgo al que están expuestas las áreas alrededor del aeropuerto por accidentes de aeronaves, y con base en ellos, establecieron controles de uso del suelo en la prolongación del final de pistas (ACRP, 2010). Con el modelo de riesgo a terceros, Ale y Piers, (2000), consideran tres elementos importantes que ayudan a definir contornos según el nivel de riesgo alrededor de un aeropuerto. Lo primero es conocer la probabilidad de un accidente por número de movimientos, aterrizaje o despegue, en un periodo de un año. Posteriormente se identifica la probabilidad local de accidentes, la cual aumenta en las áreas cercanas a la pista y en las rutas de ascenso y aproximación. Por último, se analizan las consecuencias del accidente, que dependen de las características de la aeronave, tipo de impacto y aspectos del terreno, (Ale y Piers, 2000). Las estadísticas muestran que las viviendas cercanas al aeropuerto presentan un mayor riesgo de accidentes aéreos (ACRP, 2010); y, además que al estar expuestas al ruido que generan las aeronaves, se ve afectada la calidad de vida de la comunidad, con situaciones como: la comunicación deficiente: interrupción, pérdida de información, etc., perturbación del sueño o interferencias en el desarrollo intelectual de estudiantes, entre otras consecuencias. Otros estudios descubrieron más impactos del ruido aeroportuario, como: mayores dificultades para el desarrollo de la escritura y el habla, limitaciones en la comprensión de lectura y en el aumento del vocabulario (Berglund y Lindvall, 1995).

5.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES QUE PERMITEN LA COMPATIBILIDAD ENTRE EL USO DEL SUELO Y EL AEROPUERTO

La compatibilidad entre el aeropuerto y el uso del suelo es un tema que ha preocupado a los expertos desde la década de los años cincuenta, según se presenta en el estudio Meshenberg (1968), el cual, entre otros temas, muestra las fases de desarrollo de la compatibilidad en Estados Unidos. Lo primero que contempló fue la protección del espacio aéreo, estableciendo la regulación correspondiente a estructuras altas y a elementos que puedan interferir con la navegación o visibilidad del piloto. En 1952, con el reporte Doolittle Commission (1954), se adicionó una nueva dimensión al concepto de compatibilidad: la protección a la comunidad vecina del aeropuerto del peligro de accidentes aéreos. Posteriormente, debido a la introducción del servicio regular de los aviones comerciales con motores a reacción, hacia 1964, se vio la necesidad de establecer una regulación por ruido.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

A continuación, se hace una descripción de los elementos fundamentales que permiten la compatibilidad entre el uso del suelo y el aeropuerto:

5.1.1. Aeronaves y obstáculos altos

Las estructuras altas cercanas a los aeropuertos pueden ser peligrosas para la navegación de las aeronaves (Federal Aviation Administration, FAA, 1998). Una estructura se puede definir como un objeto anclado, construido, unido, ubicado, colocado, apilado o instalado por el hombre, ya sea en el suelo o en el agua, movable o inamovible, temporal o permanente. Una estructura puede estar representada por: antenas, edificios, grúas, cercas, líneas aéreas de transmisión, patios y terrazas, estanques artificiales, letreros y estructuras de señalización, chimeneas, torres y postes (Civil Aviation Directorate, 2013). La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en el Anexo 14: Aeródromos, contempla que para realizar con seguridad las operaciones aéreas y evitar que los aeródromos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores, se deben marcar los límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo, lo que se puede lograr estableciendo superficies limitadoras de obstáculos, dimensionadas según las características de cada aeropuerto.

El Anexo 14 hace parte de la estructura del Convenio sobre Aviación Civil Internacional o Convenio de Chicago, al que Colombia se adhirió mediante la Ley 12 de 1947, comprometiéndose a que las reglamentaciones, normas y procedimientos establecidos en el país estén conformes con lo definido por la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, facilitando así la navegación y la seguridad aérea mundial. La OACI es un organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas, ONU, que ejerce la administración y vela por la aplicación del convenio (Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, 2021).

El transporte aéreo en Colombia se rige por las normas del Código de Comercio, los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC, publicados por la Aerocivil y por los tratados, convenios, acuerdos, y prácticas internacionales debidamente adoptadas o aplicadas por Colombia (Resolución 05036, 2009). Es por esto último, que lo descrito en el Anexo 14 de la OACI está contenido en la actual parte 14 del RAC, denominada aeródromos, aeropuertos y helipuertos, que es la referencia bibliográfica principal de lo que se describe a continuación.

Para proteger las fases de vuelo correspondientes al despegue, ascenso, aproximación de aterrizaje, contempladas en el anexo 14 de la OACI e incorporada por Colombia a través de la Resolución 01092 del 13 de marzo de 2007, de La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC, se establecen las siguientes Superficies Limitadoras de Obstáculos, SLO: horizontal, cónica, de aproximación, de aproximación interna, de transición, de transición interna, de aterrizaje interrumpido y de ascenso en el despegue. Las descripciones y características de las SLO que se extienden más allá de los límites del aeropuerto, y que se tienen en cuenta para definir las limitaciones en altura

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

de las diferentes estructuras ubicadas en la cercanía del aeropuerto, se describen a continuación:

5.1.1.1. Superficie de aproximación.

Plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC, 2020).

5.1.1.2. Superficie horizontal interna.

Superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores (UAEAC, 2020).

5.1.1.3. Superficie cónica.

Es una superficie de pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna (UAEAC, 2020).

5.1.1.4. Superficie de transición.

Superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna (UAEAC, 2020).

5.1.1.5. Superficie de ascenso en el despegue.

Plano inclinado u otra superficie especificada situada más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos (UAEAC, 2020).

Es común encontrar en algunos documentos aeronáuticos y de planeación territorial la referencia de cono de aproximación, pero ésta no se encuentra en la documentación técnica, o en la regulación aeronáutica nacional o internacional; lo que pudo haber causado que solo se proteja el suelo bajo la superficie de aproximación, pasando por alto la superficie de transición o la superficie horizontal interna (Martínez Moreno, 2019).

En la siguiente figura se muestran las superficies limitadoras de obstáculos contempladas en el anexo 14 de la OACI e incorporada por Colombia a través de la Resolución 01092 del 13 de marzo de 2007, emitida por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

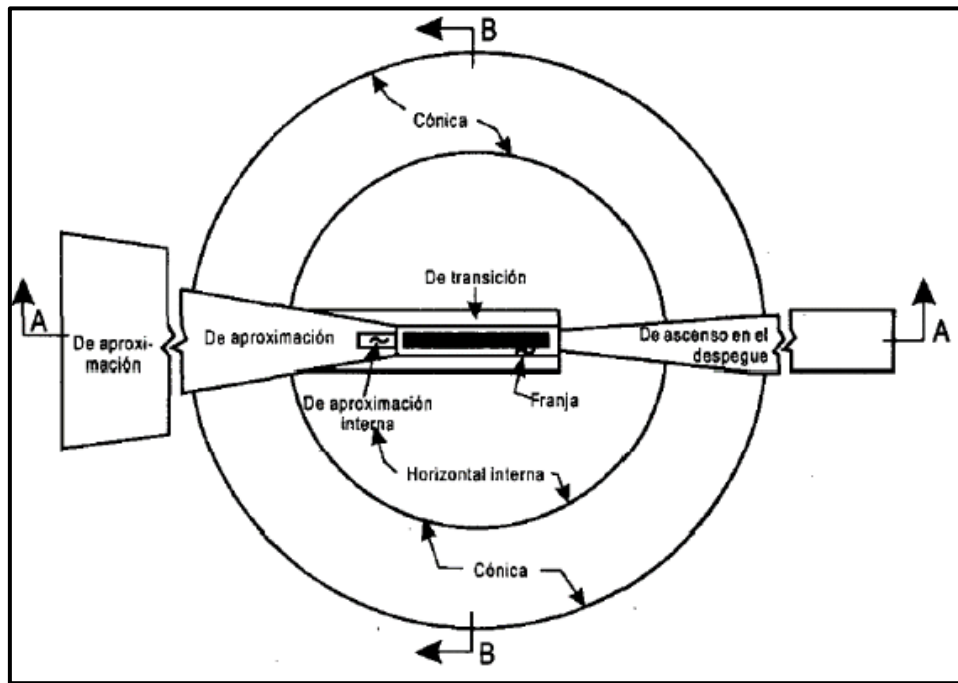


Figura 2. Superficie limitadora de obstáculos

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC, (2020). RAC 14 - Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

Las dimensiones de cada una de las superficies limitadoras de obstáculos dependen de la clave de referencia y la clasificación de aproximación: visual, de no precisión y de precisión. La primera tiene como propósito proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones que establecen las características de los aeródromos y es determinado por la Aerocivil para cada aeropuerto a partir del avión crítico de diseño de la pista. La clave de referencia está constituida por un número y una letra. El número va del 1 al 4 según la longitud de la pista que se necesite para el aterrizaje/despegue, bajo unas condiciones estándares de elevación, temperatura, pendiente, etc. La letra va de A hasta F, según la longitud entre las dos puntas de las alas del avión: envergadura, y la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal. Es decir, un aeropuerto 1A está destinado para aviones muy pequeños y un aeropuerto 4E para aviones grandes como por ejemplo el Boeing 787 (UAEAC, 2020).

En la siguiente tabla se puede observar la clave de referencia descrita anteriormente.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 2. Clave de referencia de aeródromo

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE (número)			ELEMENTO 2 DE LA CLAVE (letra)	
Número de clave	Longitud de campo de clave referencia del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1.200m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1.200 m hasta 1.800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1.800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16m (exclusive)

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC, (2020). RAC 14 - Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia.

El segundo aspecto está relacionado con la pista según la categoría de aproximación. La aproximación es la fase del vuelo que puede considerarse como la más crítica; el éxito de un aterrizaje depende de una buena aproximación, la cual dejaría a la aeronave en las mejores condiciones para afrontar el aterrizaje (Sáenz Nieto et al., 2002).

De acuerdo con la UAEAC (2020), la clasificación de la pista se determina de la siguiente manera:

5.1.1.6. Pista de vuelo visual.

Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación (UAEAC, 2020).

5.1.1.7. Pista de vuelo por instrumentos.

Los tipos de pista destinados a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos son: (UAEAC, 2020).

a. Pista para aproximaciones que no sean de precisión.

Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de tipo A y con visibilidad no inferior a 1000m (UAEAC, 2020).

b. Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I.

Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de tipo B con una altura de decisión, DH, no inferior a 60m (200ft) y con una visibilidad de no menos de 800m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550m (UAEAC, 2020).

c. Pista para aproximaciones de precisión de categoría II.

Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B con una altura de decisión (UAEAC, 2020).

d. Pista para aproximaciones de precisión de categoría III.

Es la pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma; y

- destinada a operaciones con una altura de decisión, DH, inferior a 30 m (100 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista no inferior a 175 m (UAEAC, 2020).
- destinada a operaciones con una altura de decisión, DH, inferior a 15 m (50 ft), o sin altura de decisión, y un alcance visual en la pista inferior a 175 m, pero no inferior a 50 m (UAEAC, 2020).
- destinada a operaciones sin altura de decisión, DH, y sin restricciones de alcance visual en la pista (UAEAC, 2020).

5.1.2. Ayudas y obstrucciones

5.1.2.1. Obstrucción a las ayudas de navegación, comunicación y vigilancia

Las ayudas a la navegación son necesarias para el movimiento seguro de la aeronave, son cruciales para la seguridad de la aviación y, de ellas depende en gran medida la regularidad del tráfico aéreo. En el documento Federal Aviation Administration (1998), se describe que las ayudas a la navegación se instalan tanto dentro como fuera del aeropuerto y que por lo tanto son vulnerables a ser afectadas por interferencias electrónicas o bloqueo de las señales debido a construcciones u objetos.

En la guía European guidance material on managing building restricted areas (2015), se da orientación para determinar si la presencia física de un objeto puede tener un efecto adverso en la disponibilidad o calidad de las señales de los equipos CNS: comunicación, navegación y vigilancia, por sus siglas en inglés, a partir de la invasión a un volumen dimensionado, alrededor de ayudas como las siguientes:

- DME: Equipo Medidor de Distancia
- VOR: Radiofaro Omnidireccional de muy alta frecuencia
- NDB: Baliza No Direccional
- ILS: Sistema de Aterrizaje por Instrumentos, constituido el localizador y senda de descenso
- Comunicación VHF muy alta frecuencia
- PSR: Radar primario de vigilancia
- SSR: Radar secundario de vigilancia

En España se protegen estas ayudas mediante el establecimiento de zonas de seguridad y de limitación de altura, que en su normativa se conocen como servidumbres radioeléctricas (Decreto 584, 1972), y que tienen como objetivo evitar la aparición de

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

nuevos obstáculos que afecten la calidad de la señal en el espacio transmitida por la radio ayudas y que interfieran en los sistemas de comunicación para que no permanezcan dentro de los límites requeridos (Sáenz Nieto et al., 2002). Las dimensiones de estas servidumbres dependen de las necesidades y características de operación de las diferentes ayudas. La servidumbre radioeléctrica del localizador que hace parte del sistema de aterrizaje por instrumentos ILS, tiene como función indicar al piloto si se encuentra alineado con el eje de la pista o si, por el contrario, va muy a la derecha o a la izquierda con el fin de no aterrizar fuera de ella.

5.1.2.2. Obstrucción Visual

Mantener una visión sin obstrucciones para los pilotos es un elemento importante en la creación de compatibilidad entre el uso del suelo y el aeropuerto (ACRP, 2010). La visibilidad es necesaria tanto para pistas de vuelo visual como para instrumentos, ya sea de no precisión o de precisión en las categorías I, II y III. Así que la baja visibilidad puede limitar seriamente la operación de las aeronaves, afectación que es causada por condiciones meteorológicas adversas o por presencia de humo, vapor o polvo generado en procesos industriales, de fabricación o de generación de energía (Civil Aviation Directorate, 2013).

En el documento Airport Cooperative Research Program (2010) se describe otra importante consideración que puede provocar la obstrucción visual, y es el resplandor producido por superficies reflectantes que pueden llegar a cegar o a distraer a los pilotos durante las operaciones a baja altura. Por lo tanto, construcciones con superficies de colores claros o con grandes fachadas de vidrio, además de extensos cuerpos de agua, ubicados en las cercanías del aeropuerto, requieren de estudios por parte de la autoridad aeronáutica para determinar si representan una amenaza para la seguridad de las operaciones aéreas (ACRP, 2010).

En Colombia, la Aeronáutica Civil, para cualquier tipo de construcción, actividad, o el levantamiento de una estructura que se proyecte, y cuya ubicación se encuentre dentro de las superficies de despeje y/o de aproximación calculadas para cada aeropuerto, estudiará y conceptuará sobre su incidencia en el normal desarrollo de las operaciones aéreas hasta el límite exterior de la superficie cónica, de conformidad con lo descrito en la parte decimocuarta del reglamento aeronáutico de Colombia (UAEAC, 2020).

La emisión de dicho concepto se establece considerando fundamentalmente cuatro parámetros básicos:

- Ubicación geográfica con respecto a las áreas de maniobras, áreas críticas de radiación de radio ayudas, superficies de aproximación y despegue, superficies aeronáuticas horizontales y cónicas.
- Cota de nivel del terreno con respecto al nivel del mar, altura de la instalación del objeto y su referencia a la elevación del aeródromo.
- Si es una instalación para comunicaciones, sus características técnicas tales como frecuencia, potencia y espectro electromagnético de las señales de emisión en el caso

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

de equipos de comunicación, radioemisión, radioenlaces y televisión.

- Materiales que se prevé utilizar en techos, paredes y estructuras de las construcciones o levantamientos que se proyecten.

Las ayudas visuales a la navegación aérea comprenden las luces aeronáuticas de superficie, éstas son las que facilitan la visual de obstáculos en o cerca de los aeropuertos; ayudan al piloto a alinear la aeronave con la pista y permiten maniobrar en tierra, ya sea en pistas, calles de rodaje y plataformas. Cualquier otra luz que el piloto pueda confundir con ellas, puede poner en riesgo la seguridad de una aeronave que navega en el aire o en tierra (Irish Aviation Authority, 2014).

5.1.3. Aeronaves y Aves

En las últimas décadas han aumentado notoriamente los accidentes entre aves y aeronaves debido a dos causas principales:

1. El aumento de las poblaciones de aves migratorias y locales, al igual que los mamíferos en las áreas aledañas a los aeropuertos, pues cada vez más se han ido acostumbrando a vivir cerca de los asentamientos humanos.
2. La modernización de los aviones, lo cual, ha llevado al cambio de tres y cuatro motores por dos más potentes y menos ruidosos, lo que disminuye la posibilidad de espantar las aves y mamíferos (FAA, 2006). La cuestión es que las colisiones entre las aeronaves y las aves han aumentado a medida que ha crecido el tráfico aéreo (Gayle et al., 2010).

El impacto con las aves y otra fauna silvestre es un problema en la aviación, no solo nacional sino internacional, abordado en diferentes estudios, informes y estadísticas (FAA, 2007), que trae como consecuencia serios problemas económicos y de seguridad pública. Por ejemplo, se cree que más de 200 personas en todo el mundo murieron como resultado de impactos entre fauna silvestre y aeronaves desde 1988 (Nesic et al., 2016). En lo que tiene que ver con el costo económico de esta problemática, se estima que se pierden cerca de 1200 millones de dólares por año debido a daños y demoras (Allan, 2000). El número de impactos reportados anualmente a la autoridad aeronáutica de EE.UU. ha aumentado 7,4 veces desde 1990, llegando a un récord de 13.795 en 2015, y en total durante este período se reportaron 169.856 impactos; 166.276 dentro del país y 3.580 fuera de éste (FAA, 2006).

En Colombia, el documento Programa nacional de limitación de fauna en aeropuertos (2008), segunda versión, presenta los siguientes datos: Desde el año 2000 a la fecha del informe, se han reportado oficialmente 204 impactos con fauna, cifra que se estima, no alcanza a ser el 5% de los choques reales ocurridos.

En cuanto a la aviación militar en Colombia, se considera que ha sufrido más de 140 incidentes de estas características en los últimos 15 años y la pérdida total de varios

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

aviones de combate. Al respecto la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, ha estimado pérdidas económicas por más de 10 millones de dólares (UAEAC, 2008).

Las consecuencias de los impactos con aves dependen de diferentes variables como la masa de las aves, su densidad, parte del avión que sufrió el impacto, tamaño y material del avión, tipo de motores, especie de ave o la fase del vuelo en la que se encontraba la aeronave al momento del impacto (Nesic et al., 2016). Las fases del vuelo donde se presentan más casos de impacto con aves son durante el ascenso y la aproximación, pues en ellas las aeronaves vuelan a baja altura, generalmente por debajo de 500 pies sobre el nivel del suelo. Los impactos con aves, en el caso de aeronaves comerciales representan un 71% y para aeronaves de aviación general un 73% (FAA, 2006). De las aves que se encuentran en cercanías de los aeropuertos, muchas son atraídas por elementos naturales y otras, por ambientes creados por el hombre, donde encuentran oportunidades de alimento, abrigo, seguridad, anidación y descanso.

El almacenamiento y disposición final de residuos en rellenos sanitarios, botaderos, etc. se convierte en un atractivo muy importante para las aves y mundialmente se reconocen los perjuicios frente a la seguridad en la aviación, lo que desde hace más de cuatro décadas ha llevado a la realización de muchas investigaciones y justificado las medidas de mitigación. Harrison (1976), expone en su investigación que la OACI en 1975, recomendó una distancia mínima de ocho millas, 13Km aproximadamente, entre los vertederos y los aeropuertos.

Es así como desde hace varios años, la planeación del uso del suelo ha adquirido una importancia trascendental para evitar la construcción o instalación de elementos atrayentes de aves en las cercanías de los aeropuertos. Por ello, el número de impactos entre aeronaves y aves, y por consiguiente el riesgo de lesiones y muertes tanto de personas como de aves, daños a las aeronaves y retrasos en los vuelos, pueden reducirse mediante una gestión del uso del suelo alrededor de los aeropuertos, que tenga en cuenta las restricciones o prohibiciones de elementos que atraen aves en el espacio destinado a las operaciones aéreas (Australian Government, 2021).

Harrison (1976) describía que era extremadamente difícil implementar medidas de reducción del peligro, debido a que la autoridad aeroportuaria o el aeropuerto, tenían poco o ningún control sobre el uso del suelo y que las acciones progresaban lentamente por una amplia variedad de razones organizacionales, legales, financieras o políticas. Casi 30 años después (Blckwell et al., 2009), resaltan que, aunque existen directrices nacionales, en E.U. e internacionales, OACI, que reconocen la importancia de las prácticas del uso del suelo, en y cerca de los aeropuertos con respecto a la vida silvestre; éstas pueden ser vagas, conflictivas y científicamente mal apoyadas.

En Colombia, la Aeronáutica Civil, con fundamento en los Artículos 1782 y 1826 del Código de Comercio y la Resolución No. 03152 del 13 de agosto de 2004, adoptan normas relativas al peligro aviario como obstáculo para la seguridad de la aviación y se adicionan a la parte sexta de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia; la Resolución

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

01092 de 2007 deroga la parte 6ª, que adopta normas de aeródromos, aeropuertos y helipuertos, al tiempo que se adiciona como parte 14 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se determina mediante concepto técnico la compatibilidad de las actividades a desarrollar con el sector aeronáutico. Por lo tanto, todos los proyectos potencialmente atractivos de fauna que se pretendan adelantar dentro de un área de 13 kilómetros a la redonda de un aeropuerto deben contar con el permiso previo que debe ser otorgado por esta autoridad aeronáutica.

Se consideran actividades que constituyen un foco de atracción de aves de naturaleza peligrosa para las operaciones aéreas el desarrollo o construcción de toda instalación destinada a manejo y/o disposición de residuos sólidos, sea transitoria o permanente, como rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de residuos sólidos orgánicos, plantas de transferencia de residuos sólidos, entre otros; producción, aprovechamiento, procesamiento o venta de carnes, pieles, vísceras y cualquier otro derivado animal, tales como plantas procesadoras de cebo, plazas de mercado, expendios ambulantes, mataderos y frigoríficos, entre otros; sistemas agro productivos como zoo criaderos, granjas pecuarias, granjas avícolas, plantaciones, entre otros; cuerpos artificiales de agua como plantas de tratamiento, lagos y represas, entre otros; zonas de recreación como parques recreativos, zoológicos, campos de golf, entre otros, ubicados dentro de un radio de 13 kilómetros a la redonda, contados a partir del punto central de cualquier aeropuerto público abierto a los servicios aéreos comerciales (UAEAC, 2020).

5.1.4. Ruido y Sensibilidad

Las personas que se encuentren viviendo o trabajando alrededor de los aeropuertos podrían verse seriamente afectadas debido al ruido generado por las aeronaves. Por ello, el informe publicado por la Organización Mundial de la Salud encontró que el ruido da lugar a una serie de problemas de salud que van desde insomnio, estrés y trastornos mentales hasta problemas cardíacos y de circulación sanguínea (Berglund y Lindvall, 1995).

La contaminación acústica aeroportuaria es uno de los problemas más relevantes en salud ambiental y pública, e históricamente, uno de los motivos más comunes de quejas recibidas durante la evaluación del impacto ambiental respecto a la industria de la aviación (Feyyaz Hamamci et al., 2017).

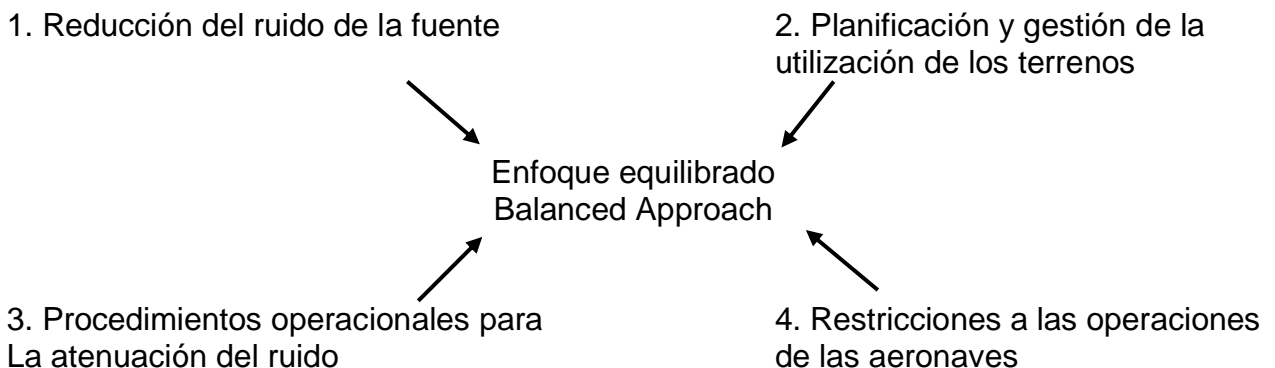
La respuesta de la comunidad frente al ruido depende de diferentes factores: la operación en el aeropuerto: número de operaciones, tipo de aviones, horarios, etc., la clasificación del uso del suelo: rural, suburbano, o urbano, su zonificación: comercial, industrial, institucional o residencial, o también, por la exposición al ruido que anteriormente haya experimentado esa comunidad (ACRP, 2010).

El ruido es un asunto de vieja data. En los años cincuenta, en el documento *Doolittle Report* (Airport Commission, 1952) se expuso el análisis de la interacción entre el aeropuerto y sus vecinos, debido a la entrada en servicio del primer avión comercial con motor a reacción, señalando que las autoridades de planeación no habían prestado

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

suficiente interés en el bienestar de los residentes ubicados en los suelos alrededor de los aeropuertos y que además, los residentes no se informaban lo suficiente sobre las operaciones aéreas y sus posibles implicaciones (Zass, 2007). En 1971 la OACI publicó las primeras normas y métodos recomendados con respecto al ruido de las aeronaves, creados entre otras muchas razones, por la consideración de que el problema del ruido de las aeronaves era muy serio y la reacción del público estaba aumentando, lo que causaba preocupación y requería solución urgente (OACI, 2014).

El Anexo 16 del Convenio de Chicago titulado Protección al medio ambiente, cuya primera versión data de 1981, proporciona métodos y recomendaciones para la homologación de aeronaves en cuanto al ruido y métodos de evaluación, reglamentadas en Colombia mediante la Resolución 2130 de 2004 de la UAEAC. En 1988 la OACI emitió la Circular 205, actualmente reemplazada por el Documento 9911, Método recomendado para calcular las curvas de nivel de ruido en torno a los aeropuertos (OACI, 2018). Este documento está escrito principalmente para modeladores de ruido de aeronaves, que desarrollan y mantienen los modelos computarizados, utilizando una base de datos internacional sobre ruido y rendimiento de las aeronaves. Posteriormente, en el 2001 el Comité sobre la Protección del Medio Ambiente y la Aviación, CAEP, de la OACI, presentó el concepto de «enfoque equilibrado» para la gestión del ruido, pero fue hasta el 2004 que se publicó la primera edición de su documento guía. El enfoque consiste en identificar el ruido en un aeropuerto específico y analizar las medidas para reducirlo, las cuales están enmarcadas en cuatro elementos principales (OACI, 2021a), y se presentan a continuación:



Las medidas tomadas dentro del grupo 1, se concentran en el desarrollo de nueva tecnología y certificación para que las aeronaves y sus motores sean más silenciosos. Las medidas del grupo 2, pretenden garantizar que la reducción conseguida por la última generación de aeronaves, es decir, del elemento uno, no sean opacadas por un mayor desarrollo residencial cerca de los aeropuertos. En el documento *Spatial impact of airports in Germany - strategies towards a sustainable planning in airport regions* (Zass, 2007) se afirma que los municipios vecinos a los aeropuertos a menudo han perseguido el desarrollo residencial en las áreas afectadas por el ruido de los aviones y que esta incompatibilidad del uso del suelo es una de las principales razones del problema del ruido. Además, allí se describe que las herramientas de planificación del uso del suelo

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

usadas no han sido suficientes para proteger a los residentes, ni tampoco al interés económico de los interesados en el transporte aéreo (Zass, 2007).

Las medidas del tercer grupo, están enfocadas en diseñar e implementar procedimientos para reducir el impacto por el ruido, por ejemplo; tener pistas y rutas preferenciales, despegues con mayor ángulo de ascenso para sobrevolar con mayor altura una comunidad o realizar descensos continuos. La idoneidad de cualquiera de estas medidas depende de la distribución física del aeropuerto y su entorno, pero en todos los casos el procedimiento debe dar prioridad a consideraciones de seguridad (OACI, 2021a). Las acciones del grupo cuatro, buscan establecer restricciones de operación ya sea por franja horaria, por tipo de aeronaves: etapa de ruido, o la prohibición de utilización de determinados equipos o componentes.

En una investigación realizada en Europa (Ganic, 2015), como primera medida, se encontró que la mayoría de aeropuertos tienen implementados procedimientos de abatimiento de ruido originado en las trayectorias de ascenso y aproximación de las aeronaves, le sigue en importancia, las restricciones para prueba de motores y uso de reversibles, y luego las restricciones en el horario y tipo de aeronave, toque de queda. El conjunto de medidas está relacionado con las medidas del grupo 3 y 4 del enfoque equilibrado, que son las que están bajo el control directo del aeropuerto.

En Colombia, con la Resolución No. 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, se adopta la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, parámetros permisibles, procedimientos técnicos y metodológicos para la medición de ruido, presentación de informes, y otras disposiciones. En ella establece los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A), presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)

SECTOR	SUBSECTOR LA	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EN DB(A)	
		DÍA	NOCHE
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o	70	60

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

	instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Aerocivil (2019). Uso de suelos en áreas aledañas a aeropuertos. Aeronáutica Civil de Colombia.

Así mismo, en la citada Resolución se establece:

Artículo 13. Ruido de aeropuertos. Los aeropuertos son considerados como sectores industriales y el ruido debe ser evaluado según lo estipulado en la presente resolución para este tipo de sectores (Aerocivil, 2009, p. 6).

Artículo 22. Obligatoriedad de la realización de mapas de ruido. Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de cien mil (100.000) habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias. En cada uno de estos municipios, la elaboración del primer estudio y sus respectivos mapas de ruido se deben efectuar en un período máximo de cuatro (4) años, contados a partir de la entrada en vigencia de la presente resolución (Aerocivil, 2009, p. 7).

Artículo 28. Competencia. Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, ejercerán las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental, a lo dispuesto en la presente resolución, de conformidad con las competencias asignadas por la Ley 99 de 1993 y sus disposiciones reglamentarias (Aerocivil, 2009, p. 7).

5.1.4.1. Mapas de ruido

Un mapa de ruido es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora, ruido, existentes en una zona concreta y en un período determinado. Los colores marcan la cantidad de nivel de ruido, siendo los colores más próximos al aeropuerto los que indican más exposición al ruido. Su finalidad es determinar la exposición de la población al ruido ambiental, para así adoptar los planes de acción necesarios para prevenir y reducir el ruido ambiental y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana (Turbay y Bartolomé, 2013).

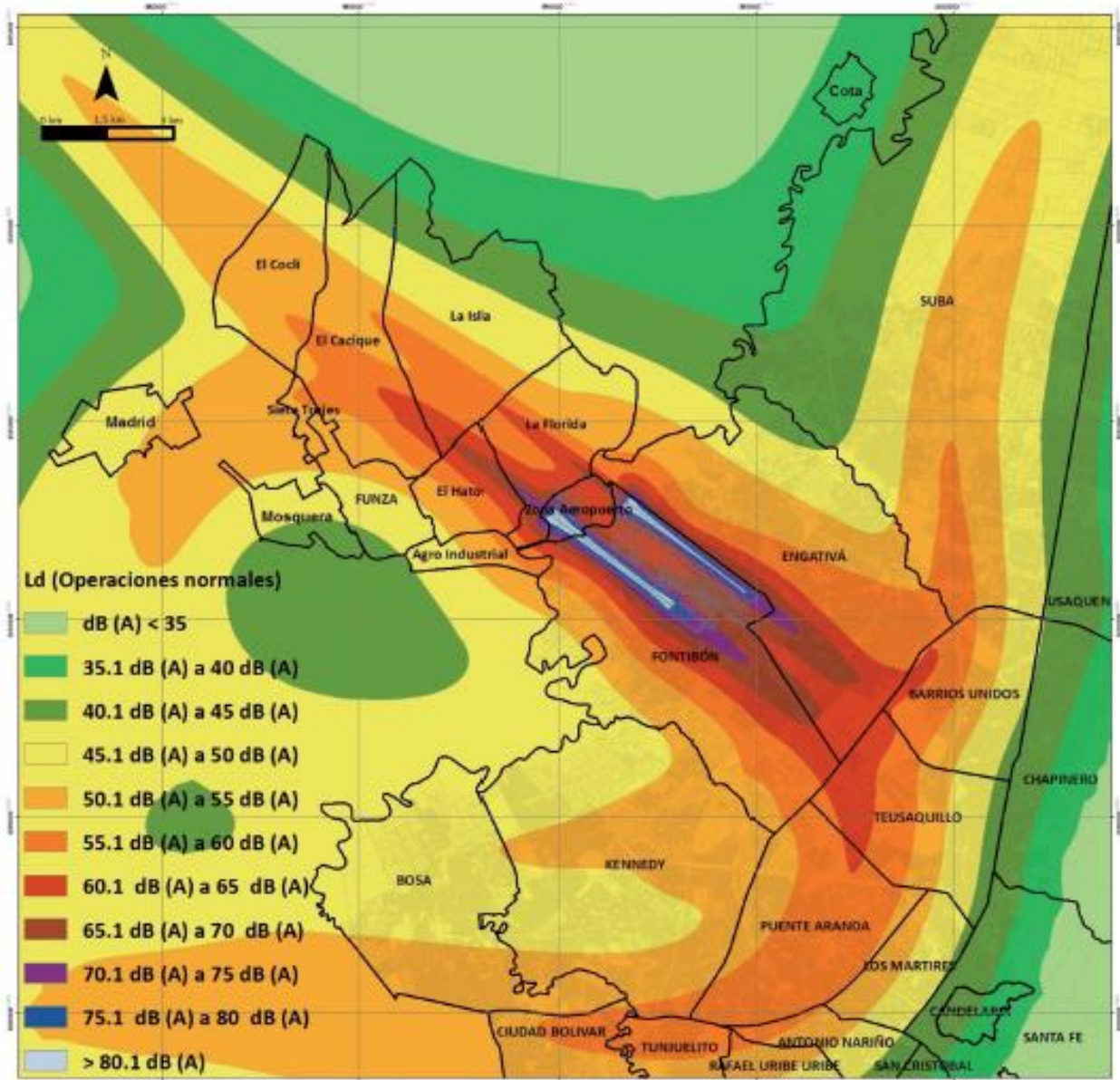
IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Con los mapas de ruido se puede conocer cuáles son y serán las áreas que están afectadas en mayor o menor medida por el ruido producido por las aeronaves y por el aeropuerto. Airport Council International (2009) describe que en muchos casos los mapas de ruido basados en los niveles promedio de ruido (como Leq, Ldn, Lden o NEF), resultan apropiados para determinar el nivel de impacto acústico del aeropuerto para fines de planificación del uso del suelo. Sin embargo, en otros casos, puede ser apropiado utilizar el nivel medio de ruido durante periodos específicos, por ejemplo, en la noche o el ruido producido por eventos puntuales de una aeronave.

En Colombia, a través de la guía “uso de suelos en áreas aledañas a aeropuertos”, la Aerocivil sugiere realizar los mapas de ruido bajo el Modelo de Ruido Integrado, INM, que es uno de los modelos de simulación más utilizados en el mundo (Postorino y Mantecchini, 2016), con este modelo se calcula el impacto total del ruido de aeronaves alrededor de los aeropuertos (FAA, 1983). El modelo INM, creado por la FAA en 1978, requiere información muy variada, que consiste básicamente en datos sobre el aeropuerto, el tipo de vuelo, los puntos de población y parámetros acústicos (Játiva Casanova, 2009). Es importante mencionar que en la página de la FAA se informa, que este modelo ha sido reemplazado desde mayo de 2015 por un sistema de programas que modelan el rendimiento de los aviones en el espacio y el tiempo para estimar el consumo de combustible, las emisiones, el ruido y la afectación a la calidad del aire (FAA, 2014).

A continuación, se muestra el mapa de ruido del aeropuerto El Dorado de Bogotá, y, en él se pueden observar los niveles acústicos representados por diferentes colores, a los cuales están expuestas todas las áreas aledañas al aeródromo:

IMPACTO EN EL USO DE SUELO



SECTOR	NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EN dB(A)				
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Grey
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Red	Orange	Light Green	Green	Grey
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Brown	Purple	Blue	Light Green	Grey
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Grey

Figura 3. Mapa de ruido del Aeropuerto El Dorado-Bogotá
 Fuente: Aerocivil (2014b). Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental el Aeropuerto Internacional El Dorado de la Ciudad de Bogotá. Bogotá: Aeronáutica Civil de Colombia.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Diversas fuentes señalan que es importante no planificar un uso residencial en áreas donde se superen los 65 dB, decibelio, en el descriptor Ldn, nivel sonoro para jornada completa, y en muchos casos este valor es el límite para definir si el explotador aeroportuario está obligado a realizar acciones para reducir la afectación. Sobre este valor, se encontró que en 1964, el Departamento de Defensa y la FAA, publicaron una guía para la planeación del uso del suelo en áreas afectadas por el ruido de las aeronaves, en donde se clasificaron tres zonas; siendo la zona menos crítica la que estaba expuesta a menos de 65 dB, similar con la métrica de ese momento, por lo que no se esperarían quejas por parte de la comunidad o bien, que fuesen muy pocas causadas por determinadas actividades. Fue hacia los años setenta y ochenta cuando se reglamentó este valor, basado en lo que era deseable desde el punto de vista ambiental y lo que era económica y tecnológicamente factible para esos años.

Investigaciones recientes en Estados Unidos, concluyen que es necesario estudiar con mayor rigor si 65 dB es un nivel aceptable de ruido debido a que, por ejemplo, la encuesta realizada por ACRP (2009), indicó que más de las tres cuartas partes de las quejas de ruido en los aeropuertos encuestados, provienen de personas que viven en áreas con niveles inferiores a 65 dB. También se señala allí, que para diferentes comunidades este nivel de ruido promedio, no es el adecuado para decretar quiénes realmente si están siendo afectados, debido a que no se considera el contraste donde los niveles de ruido ambiental son bajos o porque no aborda el grado de molestia e interrupción causada por eventos de ruido puntuales.

6. MARCO NORMATIVO

El Aeropuerto El Dorado está ubicado en la Unidad de Planeamiento Zonal – UPZ N° 117 Aeropuerto El Dorado, la cual no tiene reglamentación bajo las normas del Decreto Distrital 190 de 2004 (POT), por lo que aplican las reglamentaciones urbanísticas contenidas en el acuerdo 6 de 1990. El Aeropuerto, en términos de los artículos 4 y 10 de la Ley 388 de 1997 constituye un determinante de superior jerarquía para el ordenamiento territorial de las entidades territoriales (SDP,2021).

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Aerocivil, definió las Áreas de Influencia Aeronáutica y de Influencia Aeroportuaria mediante los oficios SP-98 886 del 21 de agosto de 1998 y 362-1A-2112-98 del 4 de noviembre de 1998 y sus planos anexos, con los que solicitó al Departamento Administrativo de Planeación del Distrito, DAPD, actualmente Secretaría Distrital de Planeación, estudiar la modificación de la normativa que reglamenta los usos del suelo y alturas en inmediaciones del Aeropuerto El Dorado. Esto quedó consignado en el Decreto Distrital 765 de 1991. El Área 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.” Mientras que la 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.” (Decreto 765 de 1999. Artículo 1º, SDP,2021).

El predio del aeropuerto está identificado con el Sector Catastral 005624001013 Aeropuerto Internacional Eldorado de la ciudad de Bogotá D.C. El Plan de Ordenamiento Territorial lo clasifica como Dotacional de Servicios Urbanos Básicos, Servicios Públicos y de Transporte de escala metropolitana, localizado en suelo urbano. Este predio tiene un régimen especial en materia de licencias urbanísticas definido en el Artículo 192 del Decreto Nacional 019 de 2012. “Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública” (SDP,2021).

El Aeropuerto Internacional Eldorado es un bien de propiedad de La Nación y no se encuentra incorporado en el registro único de patrimonio inmobiliario distrital. De conformidad con lo señalado en estos Decretos Nacionales, para adelantar cualquier intervención y construcción se debe hacer el trámite ante la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – Aerocivil (SDP,2021).

El predio no requerirá licencia urbanística de urbanización, parcelación, construcción o subdivisión en ninguna de sus modalidades porque está amparado por una Licencia Ambiental: la Resolución 1330 de 1995 del MAVDT, Actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “por la cual le otorga la licencia ambiental a la Unidad

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, previo análisis de la necesidad de presentar un diagnóstico ambiental de alternativas para la ejecución del Proyecto Segunda Pista del aeropuerto Internacional Eldorado”. La obtención de la licencia ambiental es condición previa para el ejercicio de los derechos que surjan de los permisos, autorizaciones, concesiones, contratos y licencias que expidan otras autoridades diferentes a las ambientales. Lo mismo sucede con la modificación de la licencia ambiental (SDP,2021).

Los predios que no estén amparados por una licencia ambiental de conformidad con el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014 para los proyectos, obras o actividades de construcción, ampliación, adecuación, modificación, restauración, remodelación, reforzamiento, demolición y cerramiento de aeropuertos nacionales e internacionales y sus instalaciones, tales como torres de control, hangares, talleres, terminales, plataformas, pistas y calles de rodaje, radio ayudas y demás edificaciones transitorias y permanentes, cuya autorización corresponda exclusivamente a la Aeronáutica Civil, requerirán de licencia urbanística de urbanización, parcelación, construcción o subdivisión para desarrollar los usos residenciales, comerciales, industriales y dotacionales de conformidad con las normas de uso del suelo vigentes (SDP,2021).

Considerando estos elementos, cualquier proyecto que se desarrolle dentro del aeropuerto deberá ser tramitado ante la Aerocivil, y en su entorno, dentro del área de influencia aeroportuaria están los usos definidos en el Decreto Distrital 765 de 1999: industrial y comercial, donde la altura será de 10 metros en la zona más cercana a las pistas del aeropuerto, y los aislamientos, antejardines y demás obligaciones serán los definidos por el Decreto en caso de que el proyecto esté enmarcado en la definición de Industrias Ecoeficientes o Parques Industriales Ecoeficientes (SDP,2021).

6.1. USO DEL SUELO DE BOGOTÁ

Dentro del análisis normativo se consultó el plan de ordenamiento territorial vigente del Distrito de Bogotá, Decreto 190 de 2004, donde se tiene en cuenta el análisis de los usos actuales del suelo y las normativas del mismo.

Según el POT de Bogotá, mediante el Decreto 190 de 2004, se establecen las siguientes clases del suelo, usos del suelo y áreas de actividad:

6.1.1. Clases del Suelo

6.1.1.1. Suelo Urbano

De conformidad con el Artículo 31 de la Ley 388 de 1997, el suelo urbano lo constituyen las áreas del territorio distrital destinadas a usos urbanos en el presente plan, que cuentan con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso. A este uso del suelo, pertenecen aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

áreas consolidadas con edificación al igual que en las áreas del suelo de expansión que sean incorporadas (Secretaría Distrital de Planeación, SDP, 2004).

6.1.1.2. Suelo de Expansión Urbana

Está constituido por la porción del territorio Distrital, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del presente plan de ordenamiento territorial, según lo determinen los programas de ejecución. Este territorio solo podrá incorporarse al perímetro urbano mediante planes parciales (SDP, 2004).

6.1.1.3. Suelo Rural

Está constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas (SDP, 2004).

6.1.2. Usos del suelo

Los usos urbanos específicos se clasifican, para efectos de su asignación y reglamentación en cada sector normativo, según su interrelación dentro de cada una de las diferentes áreas de actividad de conformidad con el modelo de ordenamiento, especificado en el artículo 327 del Decreto 619 de 2000, y se clasifican de acuerdo con las siguientes categorías (SDP, 2004):

6.1.2.1. Uso principal

Es el uso predominante que determina el destino urbanístico de una zona de las áreas de actividad, y en consecuencia se permite en la totalidad del área, zona o sector objeto de reglamentación (SDP, 2004).

6.1.2.2. Uso complementario

Este tipo de suelo es el que contribuye al adecuado funcionamiento del uso principal y se permite en los lugares que señale la norma específica (SDP, 2004).

6.1.2.3. Uso restringido

Es aquel que no es requerido para el funcionamiento del uso principal, pero que bajo determinadas condiciones normativas señaladas en la norma general y en la ficha del sector normativo, puede permitirse (SDP, 2004).

6.1.3. Áreas de actividad

Según el POT, mediante artículo 329 del Decreto 619 de 2000, la asignación de usos a los suelos urbanos y de expansión, se contemplan siete áreas de actividad mediante las cuales se establece la destinación de cada zona en función de la estructura urbana propuesta por el modelo territorial (SDP, 2004).

6.1.3.1. Área de actividad residencial

Esta actividad es la que designa un suelo como lugar de habitación para proporcionar alojamiento permanente a las personas. Dentro de ella se identifican las siguientes zonas: (SDP, 2004).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 4. Áreas de actividad residencial

ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONAS	APLICACIÓN
RESIDENCIAL	Residencial Neta	Zonas de uso exclusivo residencial. Se permite la presencia limitada de comercio y servicios, sin superar el 5% del área bruta del sector normativo, siempre y cuando se localicen de forma tal que no generen impactos negativos, privilegiando su ubicación en manzanas comerciales, en centros cívicos y comerciales y/o en ejes, que ya tienen presencia de comercio y servicios.
	Residencial con zonas delimitadas de comercio y servicios.	Zonas de uso residencial, en las cuales se delimitan las zonas de uso residencial exclusivo y zonas limitadas de comercio y servicios, localizadas en ejes viales, manzanas comerciales o centros cívicos y comerciales, las cuales no pueden ocupar más del 30 % del área bruta del sector normativo.
	Residencial con actividad económica en la vivienda.	Zonas residenciales, en las cuales las unidades de vivienda pueden albergar - dentro de la propia estructura arquitectónica - usos de comercio y servicios, clasificados como actividad económica limitada, así como aquellas de producción, o industriales de bajo impacto que se permitan de conformidad con la clasificación de los usos industriales prevista en el párrafo 1 del artículo 341 del Decreto Distrital 619 de 2000. La ficha reglamentaria restringirá y establecerá condiciones para la localización de las actividades que presenten impactos potencialmente mayores, únicamente en las zonas delimitadas de comercio y servicios, con un máximo del 30 % del área bruta del sector normativo.

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2004). *Régimen Legal de Bogotá D.C.* Secretaría Distrital de Planeación.

6.1.3.2. Área de actividad dotacional

Este tipo de suelo es el que se designa como un lugar para la localización de los servicios necesarios para la vida urbana y así mismo garantizar el recreo y esparcimiento de la población independientemente de su carácter público o privado. Se identifican las siguientes zonas (SDP, 2004):

Tabla 5. Áreas de actividad dotacional

ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONAS	APLICACIÓN
DOTACIONAL	Equipamientos colectivos	Zonas para el desarrollo de instalaciones: a) Educativas b) Culturales c) De salud d) De bienestar social e) De culto
	Equipamientos deportivos y recreativos	Zonas para el desarrollo de instalaciones deportivas y recreativas. Incluye clubes campestres.
	Parques	Zonas definidas para la provisión de parques públicos.
	Servicios urbanos básicos	Zonas definidas para edificaciones e instalaciones de servicios relacionados con: a) Seguridad ciudadana b) Defensa y justicia

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

		<ul style="list-style-type: none"> c) Abastecimiento de alimentos d) Recintos feriales e) Cementerios y servicios funerarios f) Servicios de la administración pública g) Servicios públicos y de transporte
--	--	---

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2004). *Régimen Legal de Bogotá D.C.* Secretaría Distrital de Planeación.

6.1.3.3. Área de actividad de comercio y servicios

Designado para la localización de establecimientos que ofrecen bienes en diferentes escalas, así como servicios a empresas y personas (SDP, 2004).

Tabla 6. Área de actividades de comercio y servicios

AREA DE ACTIVIDAD	ZONAS	APLICACIÓN
COMERCIO Y SERVICIOS	1. De Servicios Empresariales	Zonas para centros de negocios y oficinas de escala metropolitana.
	2. De Servicios Empresariales e Industriales	Zonas para centros de negocios, oficinas de escala metropolitana, e industrias con baja ocupación, industria jardín.
	3. Especial de Servicios	Sectores de conservación que permiten servicios seleccionados a empresas y personas con baja afluencia de público.
	4. De Servicios al automóvil	Zonas de servicios relativos al mantenimiento, reparación y suministro de insumos a vehículos.
	5. De Comercio cualificado	Zonas y ejes consolidados de escala metropolitana y urbana, conformados por establecimientos comerciales de ventas al detal.
	6. De Comercio aglomerado.	Zonas conformadas por establecimientos de comercio y servicios varios, en proceso de consolidación.
	7. Comercio pesado	Zonas de comercio mayorista y venta de insumos para la industria y materiales de construcción a gran escala.
	8. Grandes Superficies Comerciales.	Zonas conformadas por grandes establecimientos existentes, especializados en comercio y servicios de escala metropolitana. Los nuevos establecimientos se incorporan a esta categoría una vez desarrollados.
	9. Especial de Servicios de Alto Impacto. Adicionado por el art. 230 del Decreto 469 de 2003	Zonas de servicios para actividades relacionadas con los usos ligados al trabajo sexual, la diversión y el esparcimiento, y los demás comercios y servicios que determine la ficha normativa.

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2004). *Régimen Legal de Bogotá D.C.* Secretaría Distrital de Planeación.

6.1.3.4. Área de actividad central

Es la que designa el suelo del Centro Tradicional de la ciudad y de los núcleos fundacionales de los municipios anexados. Allí conviven usos de vivienda, comercio, servicios, y dotacionales, configurando sectores específicos. Se identificaron las siguientes zonas (SDP, 2004):

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 7. Áreas de actividad central

ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONA	APLICACIÓN
CENTRAL	CENTRO TRADICIONAL	Zonas conformadas por los sectores de La Candelaria, Las Cruces, Belén, Santa Bárbara, Santa Inés, La Capuchina, La Alameda, Las Nieves y La Veracruz.
	NÚCLEOS FUNDACIONALES.	Zonas conformadas por los sectores de Usaquén, Suba, Engativá, Fontibón, Bosa, y Usme.

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2004). *Régimen Legal de Bogotá D.C.* Secretaría Distrital de Planeación.

6.1.3.5. Área urbana integral

Es la que señala un determinado suelo urbano y/o de expansión para proyectos urbanísticos que combinen armónicamente zonas de vivienda, zonas de comercio y servicios, zonas de industria y zonas dotacionales (SDP, 2004).

Tabla 8. Área urbana integral

ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONA	APLICACIÓN
URBANA INTEGRAL	1. Residencial	Zonas caracterizadas por el uso de vivienda y actividades complementarias. Los usos diferentes de la vivienda no podrán superar el 35% del área útil del plan parcial o del proyecto urbanístico según reglamentación específica.
	2. Múltiple	Zonas en las que se permiten la combinación libre de usos de vivienda, comercio y servicios, industria y dotacionales.
	3. Industrial y de servicios	Zonas para centros de negocios, oficinas de escala metropolitana, e industrias con baja ocupación, industria jardín.

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2004). *Régimen Legal de Bogotá D.C.* Secretaría Distrital de Planeación.

6.1.3.6. Área de actividad industrial

Es aquella en la que se permite la localización de establecimientos dedicados a la producción, elaboración, fabricación, preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación, transformación, tratamiento, y manipulación de materias primas, para producir bienes o productos materiales (SDP, 2004).

6.1.3.7. Área de actividad minera

Son las áreas donde se encuentran las minas de materia prima, arcilla, arenas, rechos y en general los agregados pétreos, utilizados en la producción de materiales para la industria de la construcción (SDP, 2004).

Dentro de esta área se establecen dos categorías:

- **Parques minero industriales:** Corresponden a las zonas donde la explotación minera es el principal uso, no obstante, los planes de ordenamiento minero ambiental podrán definir usos complementarios y condicionados (SDP, 2004).

- **Áreas de suspensión de actividad minera:** Son los de recuperación morfológica, paisajística, ambiental y urbanística de conformidad con los requerimientos de las autoridades ambientales y urbanísticas para definir sus usos futuros (SDP, 2004).

6.2. ASPECTOS TERRITORIALES DE ENGATIVÁ

6.2.1. Ubicación

La localidad de Engativá se encuentra localizada hacia el Noroccidente de Bogotá; al Norte limita con la localidad de Suba, el río Juan Amarillo y el humedal Jaboque; al Oriente limita con las localidades de Barrios Unidos, Teusaquillo y la Avenida del Congreso Eucarístico; al Sur limita con la localidad de Fontibón y con las avenidas José Celestino Mutis y Jorge Eliécer Gaitán; y al Occidente limita con los Municipios de Cota, Funza y el río Bogotá (SDP, 2018).

La topografía de esta localidad es plana, aunque tiene una pequeña inclinación de oriente a Occidente, predominando una tipología de valle aluvial (SDP, 2018).

6.2.2. Clasificación del Suelo – Localidad de Engativá

La localidad de Engativá cuenta con una extensión total de 3.588,1 hectáreas, de las cuales, 3.439,2 son de suelo urbano y 148,9 de suelo de expansión. Esta localidad no posee suelo rural (SDP, 2018).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

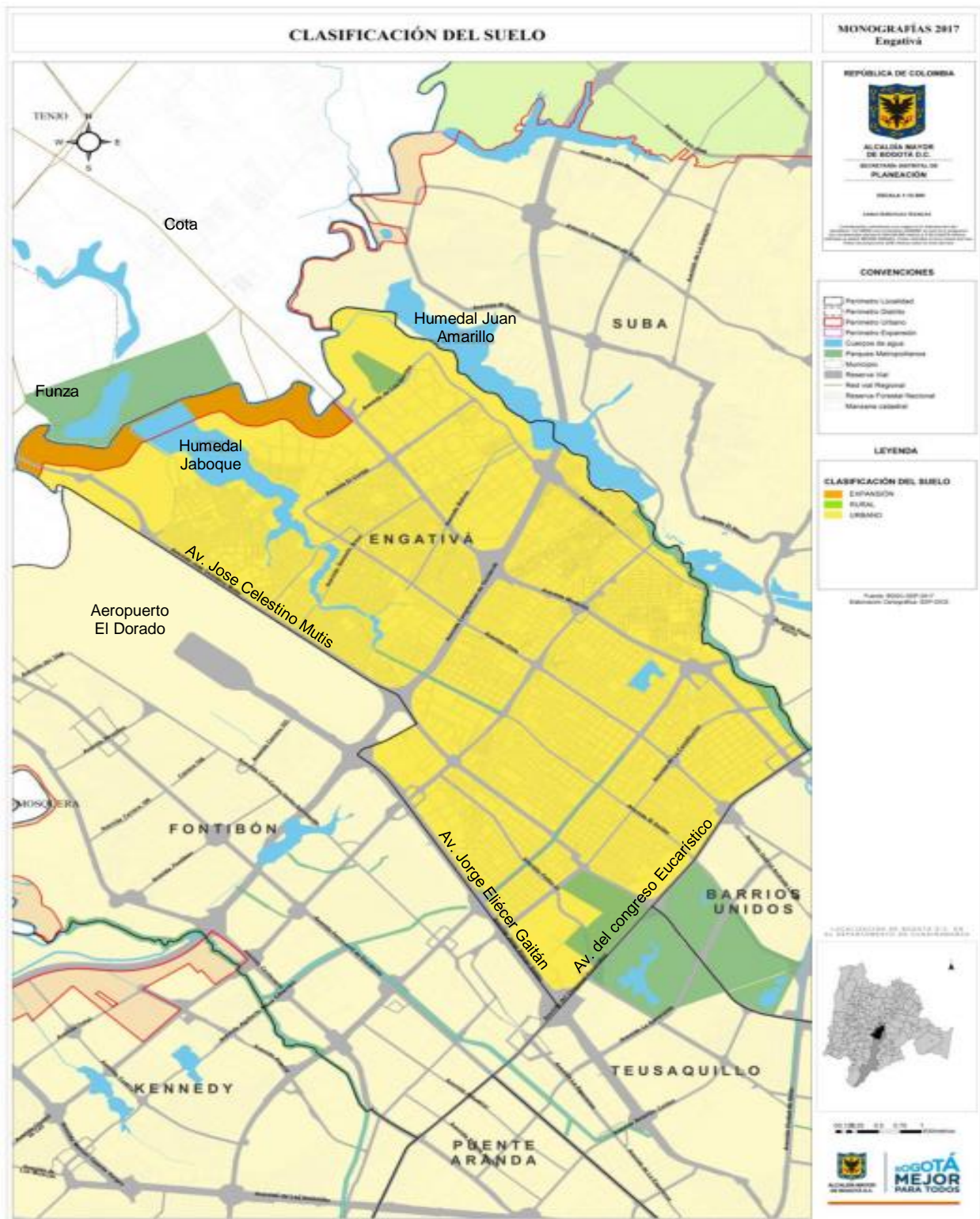


Figura 4. Clasificación del suelo – Engativá

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2018). Monografía localidad de Engativá 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

La localidad de Engativá cuenta con 4.242 manzanas distribuidas en 80 sectores catastrales, con una extensión de 3.439,2 hectáreas, lo que equivale a un 9,1% de la superficie urbana de la ciudad de Bogotá (SDP, 2018).

6.2.3. Unidades de Planeamiento Zonal Engativá

Bogotá se encuentra dividida en unidades de planeamiento zonal – UPZ, que, de acuerdo con el POT, tienen como propósito definir y precisar el planeamiento del suelo urbano respondiendo a la dinámica productiva de la ciudad y a su inserción en el contexto regional. Bogotá cuenta con 112 UPZ. Con base en sus características predominantes, las UPZ de la localidad de Engativá se clasificaron en 8 grupos, así (SDP, 2018):

- **UPZ 32, Unidades tipo 1 – residencial de urbanización incompleta:** Son sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2 de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacios públicos (SDP, 2018).
- **UPZ 29, Unidades tipo 2 – residencial consolidado:** Son sectores consolidados de estratos medios de uso predominantemente residencial donde se presenta actualmente un cambio de usos y un aumento no planificado en la ocupación territorial (SDP, 2018).
- **UPZ 11, Unidades tipo 3 – residencial cualificado:** Son sectores consolidados de estratos medios y altos con uso básicamente residencial que cuentan con infraestructura de espacio público, equipamientos colectivos y condiciones de hábitat y ambiente adecuadas (SDP, 2018).
- **UPZ 10, Unidades tipo 4 – desarrollo:** Son sectores poco desarrollados con grandes predios desocupados (SDP, 2018).
- **UPZ 6, Unidades tipo 5 – con centralidad urbana:** Son sectores consolidados que cuentan con centros urbanos y donde el uso residencial dominante ha sido desplazado por usos que fomentan la actividad económica (SDP, 2018).
- **UPZ 6, Unidades tipo 6 – comerciales:** Son sectores del centro metropolitano donde el uso está destinado a las actividades económicas terciarias de intercambio de bienes y servicios: locales y oficinas, (SDP, 2018).
- **UPZ 8, Unidades tipo 7 – predominantemente industrial:** Son sectores donde la actividad principal es la industria, aunque hay comercio y lugares de dotación urbana (SDP, 2018).
- **UPZ 10, Unidades tipo 8 – de predominio dotacional:** Son grandes áreas destinadas a la producción de equipamientos urbanos y metropolitanos que por su magnitud dentro de la estructura urbana se deben manejar bajo condiciones especiales (SDP, 2018).

En la siguiente tabla se muestra la clasificación y extensión de las UPZ de la localidad de Engativá:

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 9. Clasificación y extensión de las UPZ de Engativá

NÚMERO	UPZ	CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)	%
26	Las Ferias	Con centralidad urbana	473,3	13,2
29	Minuto de Dios	Residencial consolidado	373,3	10,4
30	Boyacá Real	Residencial consolidado	453,8	12,6
31	Santa Cecilia	Residencial consolidado	308,6	8,6
72	Bolivia	Residencial consolidado	474,5	13,2
73	Garcés Navas	Residencial consolidado	555,0	15,5
74	Engativá	Residencial de urbanización incompleta	587,6	16,4
105	Jardín Botánico	Predominantemente dotacional	161,7	4,5
116	Álamos	Predominantemente industrial	200,2	5,6
TOTAL			3.588,1	100%

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

A continuación, se describe la ubicación, extensión y límites de cada una de las UPZ de la localidad de Engativá:

- **UPZ Las Ferias:** Esta UPZ está identificada con el número 26, se localiza dentro del grupo unidades tipo 5 – Con centralidad urbana y se encuentra ubicada al extremo Oriental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 473,3 hectáreas, que equivale al 13,2% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ Minuto de Dios y La Floresta (última localidad de Suba), al Oriente con las UPZ Los Andes, Doce de Octubre y Parque Salitre de la localidad de Barrios Unidos, al Sur con las UPZ Jardín Botánico y Santa Cecilia, y al Occidente con la UPZ Boyacá Real (SDP,2018).
- **UPZ Minuto de Dios:** Esta UPZ se identifica con el número 29, localizada dentro del grupo unidades tipo 2 - Residencial consolidado y se encuentra ubicada al Norte de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 373,3Ha, correspondientes al 10,4% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ El Rincón y Tibabuyes de la localidad de Suba, al Oriente con la UPZ La Floresta de la localidad de Suba, al Sur con las UPZ Las Ferias y Engativá, y al Occidente con las UPZ Bolivia y Garcés Navas (SDP,2018).
- **UPZ Boyacá Real:** señalizada con el número 30, se localiza dentro del grupo unidades tipo 2 - Residencial consolidado y se encuentra ubicada en la parte central de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 453,8 hectáreas, que equivalen a un 12,6% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ Bolivia y Minuto de Dios, al Oriente con la UPZ Las Ferias, al Sur con las UPZ Santa Cecilia y Álamos, y al Occidente con la UPZ Garcés Navas (SDP,2018).
- **UPZ Santa Cecilia:** identificada con el número 31; se localiza dentro del grupo unidades tipo 2 - Residencial consolidado y se encuentra ubicada en el costado suroriental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 308,6Ha, equivalentes al 8,6% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

UPZ Boyacá Real, al Oriente con las UPZ Las Ferias y Jardín Botánico, al Sur con la UPZ Ciudad Salitre Occidental de la localidad de Fontibón, y al Occidente con las UPZ Álamos y Capellanía (localidad de Fontibón) (SDP,2018).

- **UPZ Bolivia:** Corresponde a la UPZ 72; se localiza dentro del grupo unidades tipo 2 - Residencial consolidado y se encuentra ubicada en la zona noroccidental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 474,5 hectáreas, que equivalen a un 13,2% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Tibabuyes de la localidad de Suba, al Oriente con las UPZ Minuto de Dios y El Rincón esta última perteneciente a la localidad de Suba, al Sur con las UPZ Boyacá Real y Garcés Navas, y al Occidente con el Municipio de Cota (SDP,2018).
- **UPZ Garcés Navas:** Esta UPZ se identifica con el número 73; localizada dentro del grupo unidades tipo 2 - Residencial consolidado y se encuentra ubicada en la zona occidental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 555,0 hectáreas, que representan el 15,5% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Bolivia, al Oriente con las UPZ Minuto de Dios y Boyacá Real, al Sur con las UPZ Álamos y Engativá, y al Occidente con el Municipio de Cota (SDP,2018).
- **UPZ Engativá:** señalizada con el número 74; se localiza dentro del grupo unidades tipo 1 - Residencial de urbanización incompleta y se encuentra ubicada en la zona suroccidental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 587,6 hectáreas, que comprenden el 16,4% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Garcés Navas y el Municipio de Cota, al Oriente con las UPZ Álamos y Garcés Navas, al Sur con las UPZ Aeropuerto El Dorado de la localidad de Fontibón, y al Occidente con el Municipio de Funza y Cota (SDP,2018).
- **UPZ Jardín Botánico:** denominada con el número 105, se localiza dentro del grupo unidades tipo 8 - de predominio dotacional y se encuentra ubicada en la zona suroriental de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 161,7 hectáreas que conforman el 4,5% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Las Ferias, al Oriente con las UPZ Parque Salitre de la localidad de Barrios Unidos y Parque Simón Bolívar – CAN de la localidad de Teusaquillo, al Sur con las UPZ Ciudad Salitre Oriental (localidad Teusaquillo) y Ciudad Salitre Occidental (localidad de Fontibón), y al Occidente con la UPZ Santa Cecilia (SDP,2018).
- **UPZ Álamos:** Corresponde a la UPZ 116, se localiza dentro del grupo unidades tipo 7 - predominantemente industrial y se encuentra ubicada en la zona sur de la localidad de Engativá. Tiene una extensión de 200,2 hectáreas, que involucran el 5,6% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Garcés Navas, al Oriente con las UPZ Boyacá Real y Santa Cecilia, al Sur con la UPZ Capellanía de la localidad de Fontibón, y al Occidente con las UPZ Engativá y Aeropuerto El Dorado de la localidad de Fontibón (SDP,2018).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

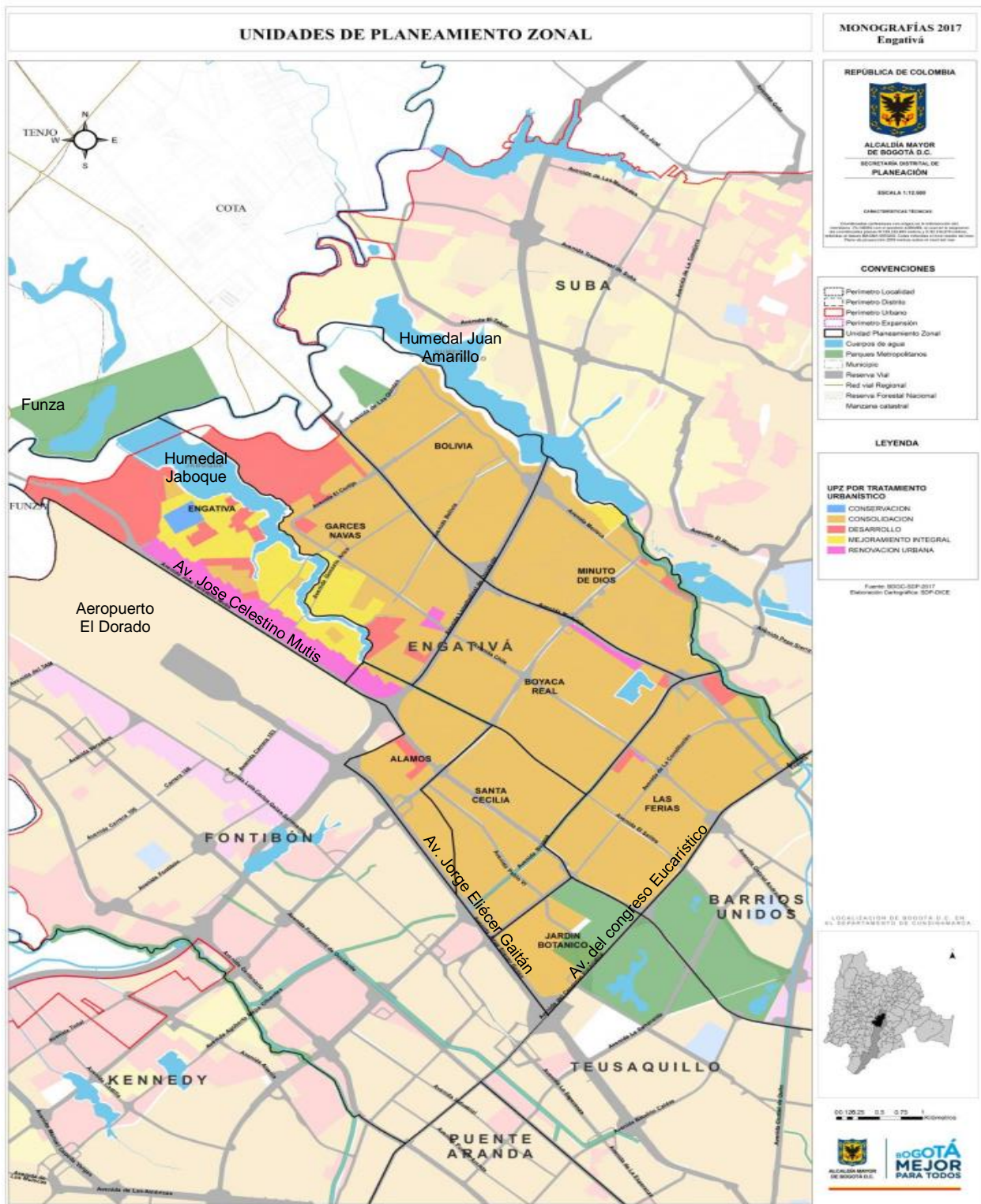


Figura 5. Unidades de planeamiento zonal - UPZ de la localidad de Engativá
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Engativá 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.2.4. Sectores Catastrales Engativá

Los sectores catastrales son una división de terreno urbano, barrios, y rural, veredas, conformado por manzanas y veredas, delimitados principalmente por vías de la malla vial arterial, zonal o por límites naturales (SDP,2018).

En la localidad de Engativá la mayoría de sectores catastrales son barrios, equivalentes al 97,6% del total de la localidad, el restante 2,4% corresponde a terreno rural: veredas (SDP, 2108).

En la siguiente tabla se relacionan los sectores catastrales de las unidades de planeación zonal – UPZ de la localidad de Engativá (SDP, 2018).

Tabla 10. Sectores catastrales por UPZ 2017

NÚMERO	UPZ	SECTORES CATASTRALES
26	Las Ferias	11
29	Minuto de Dios	14
30	Boyacá Real	10
31	Santa Cecilia	6
72	Bolivia	7
73	Garcés Navas	17
74	Engativá	14
105	Jardín Botánico	1
116	Álamos	2
TOTAL		82

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP. (2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

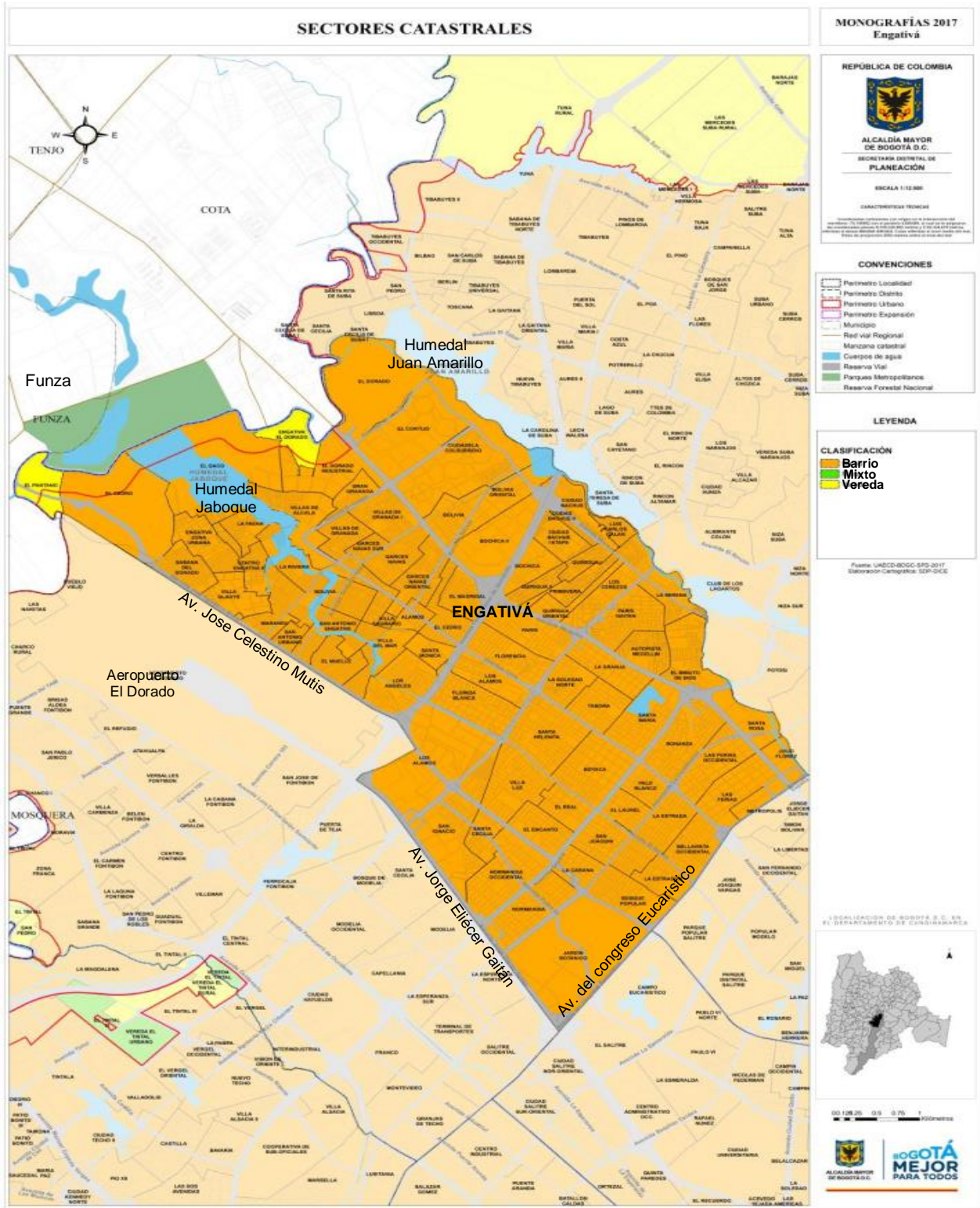


Figura 6. Sectores catastrales – Engativá
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Engativá 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.2.5. Usos del Suelo de Engativá

Según lo indicado en la normativa, el uso del suelo se define sobre la actividad que se puede desarrollar en un determinado espacio geográfico de conformidad con lo planificado y reglamentado por la respectiva autoridad de la unidad orgánica catastral. Esta se constituye mediante una variable de estudio de zonas homogéneas físicas, con el fin de determinar los valores unitarios del terreno (SDP, 2018).

Tabla 11. Uso del suelo – Engativá

Localidad	Residencial		Comercial		Dotacional		Servicios		Industria		Otros		Totales (m2)
	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	
Usaquén	14.379.749,7	54,3%	3.286.878,1	12,4%	4.933.176,3	18,6%	3.237.911,6	12,2%	103.316,3	0,4%	534.830,3	2,0%	26.475.862,3
Chapinero	5.013.840,0	50,9%	1.163.997,4	11,8%	1.026.197,5	10,4%	2.633.645,4	26,7%	3.148,3	0,0%	11.897,6	0,1%	9.852.726,2
Santa Fe	2.127.606,8	46,2%	748.137,6	16,3%	768.031,3	16,7%	903.664,8	19,6%	3.795,4	0,1%	51.110,9	1,1%	4.602.347,0
San Cristóbal	8.548.273,4	66,0%	1.591.759,0	12,3%	1.044.006,2	8,1%	1.615.209,6	12,5%	8.979,9	0,1%	148.219,5	1,1%	12.956.447,6
Usme	9.685.859,0	46,0%	3.119.596,0	14,8%	2.404.410,4	11,4%	4.332.822,4	20,6%	1.271.874,2	6,0%	259.480,2	1,2%	21.074.042,2
Tunjuelito	3.306.269,5	38,4%	771.457,0	9,0%	3.192.891,2	37,1%	812.555,3	9,4%	498.716,7	5,8%	21.338,7	0,2%	8.603.228,3
Bosa	9.443.552,3	56,7%	1.993.390,3	12,0%	1.722.359,7	10,4%	2.535.781,1	15,2%	222.892,8	1,3%	723.011,3	4,3%	16.640.987,6
Kennedy	15.496.961,0	58,2%	3.959.949,7	14,9%	2.435.704,4	9,2%	4.117.241,6	15,5%	499.658,6	1,9%	109.415,1	0,4%	26.618.930,5
Fontibón	9.319.872,0	35,7%	4.540.767,2	17,4%	3.820.270,1	14,6%	6.731.226,5	25,8%	1.389.275,8	5,3%	313.504,8	1,2%	26.114.916,4
Engativá	14.739.148,9	52,6%	3.804.169,1	13,6%	3.572.349,3	12,8%	4.518.379,5	16,1%	376.984,2	1,3%	985.317,3	3,5%	27.996.348,3
Suba	26.522.413,0	59,7%	5.749.803,9	13,0%	6.429.392,4	14,5%	5.166.079,0	11,6%	196.368,4	0,4%	334.203,0	0,8%	44.398.259,6
Barrios Unidos	3.165.006,9	42,4%	967.914,2	13,0%	1.771.685,7	23,8%	1.432.757,0	19,2%	91.865,3	1,2%	29.419,4	0,4%	7.458.648,6
Teusaquillo	3.833.370,4	36,9%	1.052.397,7	10,1%	3.667.400,7	35,3%	1.778.983,6	17,1%	59.961,1	0,6%	7.161,3	0,1%	10.399.274,7
Los Mártires	1.533.068,1	35,4%	966.762,0	22,3%	660.923,7	15,3%	1.031.199,5	23,8%	92.233,5	2,1%	43.095,3	1,0%	4.327.282,2
Antonio Nariño	1.806.645,3	54,8%	526.461,8	16,0%	497.734,7	15,1%	397.894,3	12,1%	49.481,3	1,5%	15.961,5	0,5%	3.294.179,0
Puente Aranda	4.885.031,2	42,0%	1.562.613,0	13,5%	1.044.768,0	9,0%	2.656.431,3	22,9%	1.421.205,5	12,2%	47.853,4	0,4%	11.617.902,4
La Candelaria	552.155,2	35,0%	219.275,5	13,9%	570.737,9	36,1%	228.677,2	14,5%	0,0	0,0%	8.170,7	0,5%	1.579.016,5
Rafael Uribe Uribe	7.376.289,5	67,7%	918.831,4	8,4%	1.604.193,3	14,7%	921.867,1	8,5%	5.812,9	0,1%	69.930,5	0,6%	10.896.924,6
Ciudad Bolívar	13.887.939,4	59,7%	2.907.091,6	12,5%	1.155.051,3	5,0%	4.720.892,4	20,3%	443.552,2	1,9%	138.206,2	0,6%	23.252.733,1
Sumapaz	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Total Bogotá	155.623.051,6	52,2%	39.851.252,4	13,4%	42.321.284,1	14,2%	49.773.219,3	16,7%	6.739.122,6	2,3%	3.852.127,2	1,3%	298.160.057,2

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

Según los datos presentados en la tabla 11, se puede ver que el tipo de uso de suelo que predomina en la localidad de Engativá es el residencial con un 52,6%, le sigue el uso de servicios con una participación del 16,1%, continúa el uso comercial con un 13,6%, seguido del uso dotacional con un 12,8% y por último el uso industrial con un aporte del 1,3%.

En la figura 7 se puede observar el uso del suelo predominante por manzana en la localidad de Engativá. Nótese que predomina el uso residencial identificado con el color amarillo.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

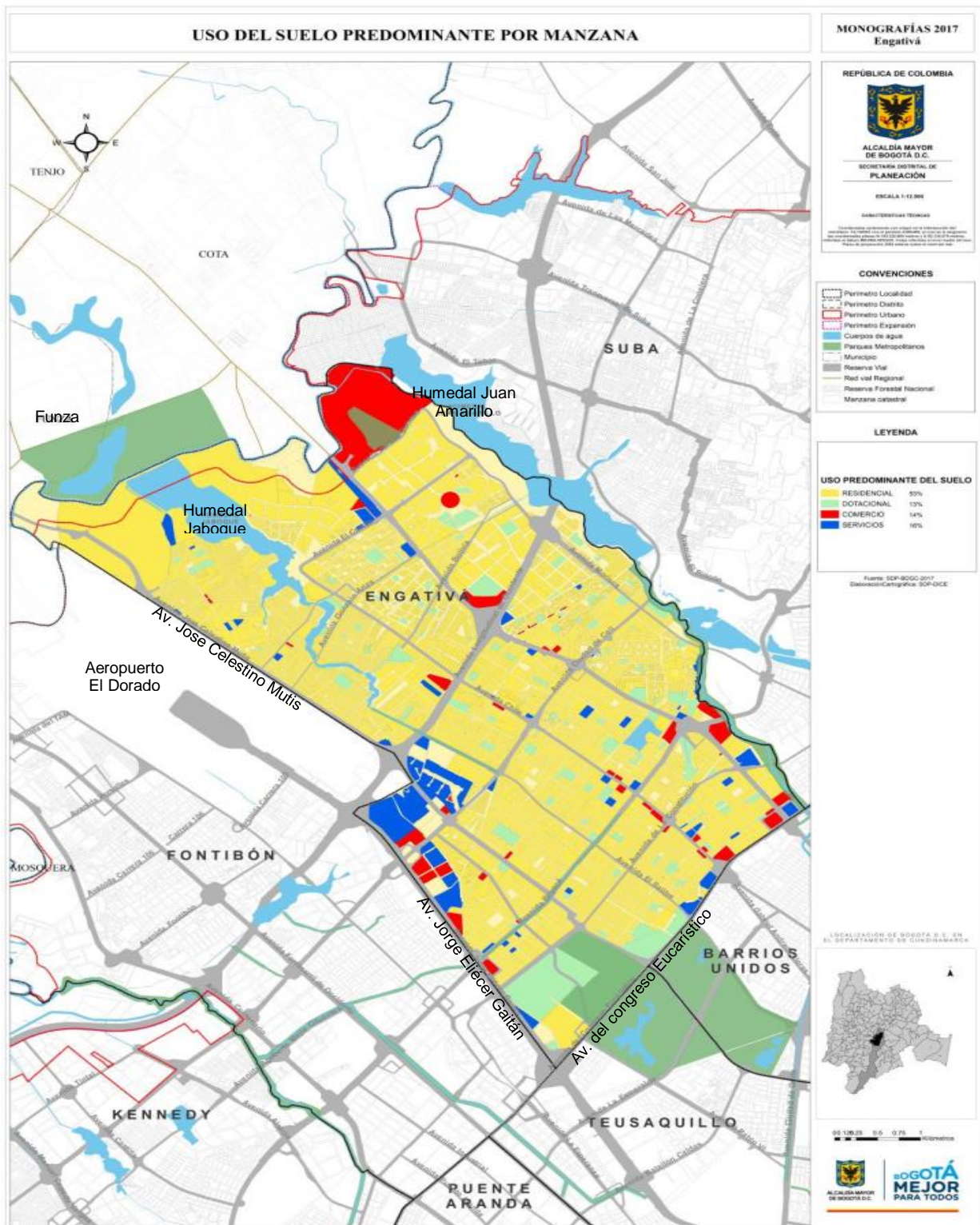


Figura 7. Uso del suelo de Engativá
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Engativá 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.2.6. Estratificación Urbana de Engativá

La estratificación se utiliza para clasificar los inmuebles residenciales de acuerdo con las metodologías diseñadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Ésta es definida de acuerdo con las variables físicas externas de la vivienda: tamaño de antejardín, tipo de garaje, diversidad de fachada; variables de entorno urbano: tipo de vías y tipo de andenes; variables de contexto urbanístico: zonificación por criterios de hábitat (SDP, 2018).

La ciudad de Bogotá cuenta con 6 estratos:

Estrato 1: Bajo - bajo

Estrato 2: Bajo

Estrato 3: Medio - bajo

Estrato 4: Medio

Estrato 5: Medio – alto

Estrato 6: Alto

Según el Decreto Distrital 394 de 2017, Bogotá cuenta con 45.051 manzanas, de las cuales, el estrato 1 corresponde a un 15,9%, el estrato 2 a un 34,9%, el estrato 3 a un 26,8%, el estrato 4 el 5,4%, el estrato 5 el 2,3%, el estrato 6 un 2,0% y los de sin estrato un 13,1% (SDP, 2018).

Tabla 12. Número de manzanas por estrato socioeconómico

Localidad	ESTRATOS							Total
	Sin estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Usaquén	297	180	341	563	333	305	409	2.428
Chapinero	158	124	178	55	205	126	337	1.183
Santa Fe	102	62	439	145	36	-	-	784
San Cristóbal	412	332	2.106	286	-	-	-	3.136
Usme	593	1.873	1.121	-	-	-	-	3.587
Tunjuelito	79	2	542	227	-	-	-	850
Bosa	283	344	2.632	76	-	-	-	3.335
Kennedy	558	64	2.393	1.926	38	-	-	4.979
Fontibón	361	1	263	742	286	12	-	1.665
Engativá	595	35	1.074	2.510	138	-	-	4.352
Suba	501	25	2.148	1.102	441	523	134	4.874
Barrios Unidos	141	-	-	787	266	25	-	1.219
Teusaquillo	147	-	-	133	694	48	-	1.022
Los Mártires	96	-	52	569	3	-	-	720
Antonio Nariño	70	-	26	505	-	-	-	601
Puente Aranda	413	-	6	1.448	-	-	-	1.867
La Candelaria	59	2	80	45	-	-	-	186
Rafael Uribe Uribe	323	413	1.180	835	-	-	-	2.751
Ciudad Bolívar	694	3.568	1.148	102	-	-	-	5.512
Sumapaz	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Bogotá	5.882	7.025	15.729	12.056	2.440	1.039	880	45.051

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

De las 45.051 manzanas que tiene Bogotá, 4.352 manzanas pertenecen a la localidad de Engativá, lo que representa un 9,7% del total de la ciudad.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

En la tabla anterior se puede observar que, del total de manzanas de la localidad de Engativá, el estrato que predomina es el estrato 3 con un porcentaje del 57,5%, seguido del estrato 2 con un 24,7%, luego los de sin estrato con un 13,7%, siguen en su orden los de estrato 4 con un 3,2% y finalmente los de estrato 1 con un 0,8%.

6.2.6.1. Estratificación Urbana Según UPZ

Tabla 13. Estrato socioeconómico según UPZ – Localidad de Engativá

UPZ	ESTRATOS						Total
	Sin estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 6	
ALAMOS	34		4	43			81
BOLIVA	37			117			154
BOYACA REAL	57			575	1		633
ENGATIVA	72		647	1			720
GARCÉS NAVAS	88		222	583	12		905
JARDÍN BOTÁNICO	9		1	2			12
LAS FERIAS	50			474	7		531
MINUTO DE DIOS	222	35	200	460			917
SANTA CECILIA	26			255	118		399
Total Engativá	595	35	1.074	2.510	138	-	4.352

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

De las 9 UPZ que conforman la localidad de Engativá, la estratificación de las manzanas se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Estrato 1 - Minuto de Dios con el 100%, es decir, la totalidad de la UPZ ubicada en Engativá.
- Estrato 2 - Se localiza en Álamos (0,4%), Engativá (60,2%), Garcés Navas (20,7%), Jardín Botánico (0,1%) y Minuto de Dios (18,6%), del total de las UPZ de la localidad de Engativá
- Estrato 3 - Este estrato se localiza en todas las UPZ de la localidad distribuidos con los siguientes porcentajes de arriba hacia abajo según la tabla: 10, 1,7% - 4,7% - 22,9% - 0,0% - 23,2% - 0,1% - 18,9% - 18,3% - 10,2%, del total de las UPZ de la localidad de Engativá
- Estrato 4 – Las UPZ que se encuentran en este estrato son Boyacá Real (0,7%), Garcés Navas (8,7%), Las Ferias (5,1%) y Santa Cecilia (85,5%), del total de las UPZ de la localidad de Engativá

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

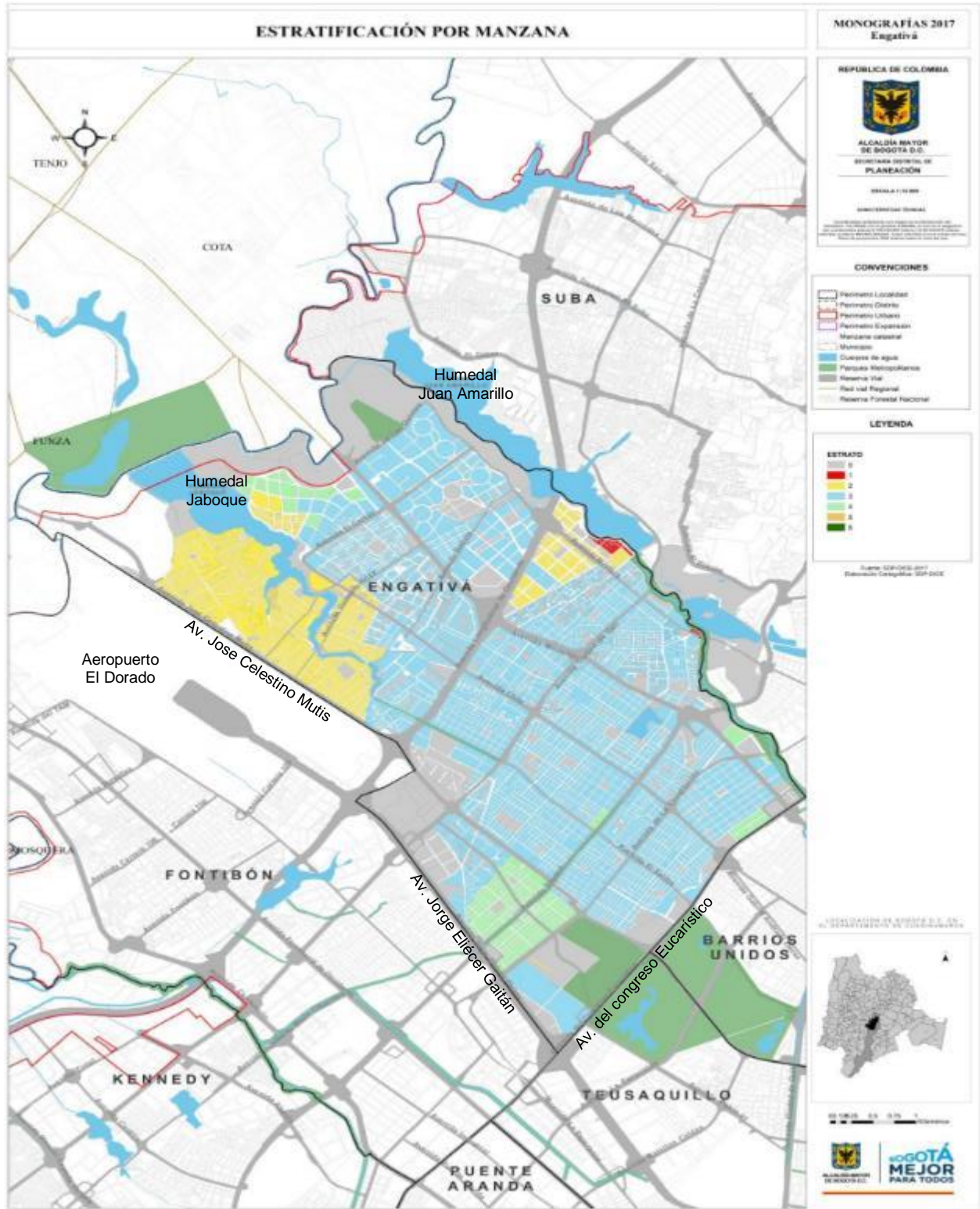


Figura 8. Estratificación por manzana - Localidad Engativá
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Engativá 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

6.3. ASPECTOS TERRITORIALES DE FONTIBÓN

6.3.1. Ubicación

La localidad de Fontibón se encuentra localizada en el Occidente de Bogotá. Al Norte limita con la localidad de Engativá y con las Avenidas José Celestino Mutis y Jorge Eliécer Gaitán; al Oriente limita con las localidades de Puente Aranda y Teusaquillo; al Sur limita con la localidad de Kennedy, con el eje del río Fucha; y al Occidente limita con la ribera del río Bogotá y los Municipios de Funza y Mosquera (SDP, 2018).

La topografía de esta localidad es totalmente plana, situación que genera un alto riesgo de inundación, sin embargo, existen algunas depresiones en las orillas del río Fucha y cerca al Aeropuerto El Dorado (SDP, 2018).

6.3.2. Clasificación del Suelo – Localidad de Fontibón

La localidad de Fontibón cuenta con una extensión total de 3.328 hectáreas, de las cuales, 3.052,8 corresponden a suelo urbano y 275,3 a suelo de expansión. Esta localidad no posee suelo rural (SDP, 2018).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

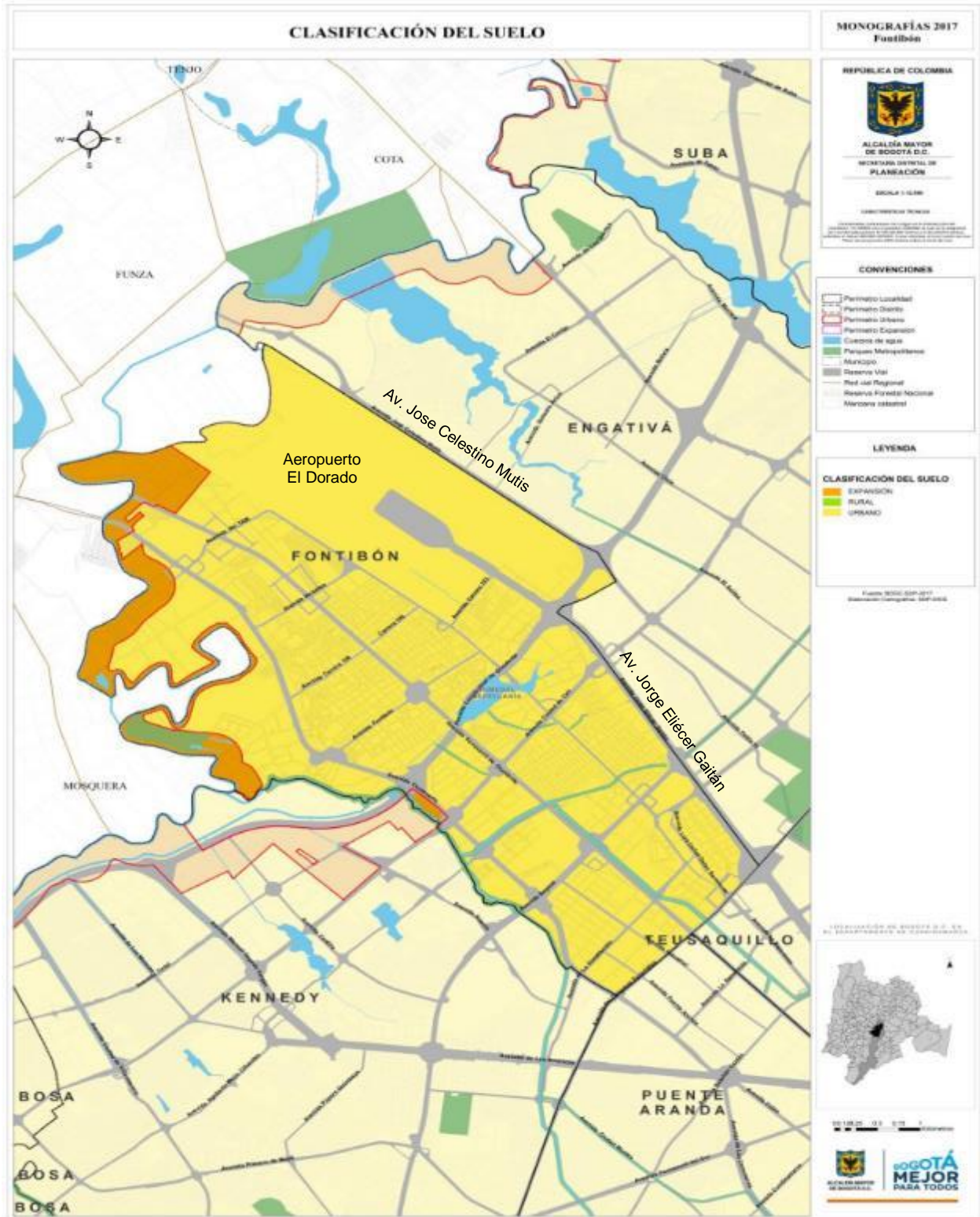


Figura 9. Clasificación del suelo – Fontibón
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Fontibón 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

La localidad de Fontibón cuenta con 1.613 manzanas distribuidas en 45 sectores catastrales, con una extensión de 3.052,8 hectáreas, equivalentes al 8,0% de la superficie urbana la capital de Colombia (SDP, 2018).

6.3.3. Unidades de Planeamiento Zonal Fontibón

En la siguiente tabla se muestra la clasificación y extensión de las UPZ de la localidad de Fontibón:

Tabla 14. Clasificación y extensión de las UPZ de Fontibón

NÚMERO	UPZ	CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)	%
75	Fontibón	Con centralidad urbana	496,5	14,9
76	Fontibón San Pablo	Predominantemente industrial	360,0	10,8
77	Zona Franca	Predominantemente industrial	491,6	14,8
110	Ciudad Salitre Occidental	Residencial cualificado	225,7	6,8
112	Granjas de Techo	Predominantemente industrial	477,6	14,4
114	Modelía	Residencial cualificado	261,6	7,9
115	Capellanía	Predominantemente industrial	272,1	8,2
117	Aeropuerto El Dorado	Predominantemente dotacional	743,1	22,3
TOTAL			3.328,1	100%

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

A continuación, se describe la ubicación, extensión y límites de cada una de las UPZ de la localidad de Fontibón:

- **UPZ Fontibón:** identificada con el número 75; se localiza dentro del grupo unidades tipo 5. Con centralidad urbana y se encuentra ubicada en el sector centro sur de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 496,5 hectáreas correspondientes al 14,9% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ Aeropuerto El Dorado y Capellanía, al Oriente con la UPZ Fontibón, al Sur con las UPZ Zona Franca y Granjas de Techo, y al Occidente con las UPZ Capellanía y Granjas de Techo (SDP,2018).
- **UPZ Fontibón San Pablo:** señalada con el número 76, se localiza dentro del grupo unidades tipo 7, predominantemente industrial y se encuentra ubicada al occidente de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 360,0 hectáreas, que equivalen a un 10,8% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Aeropuerto El Dorado y con el Municipio de Funza, al Oriente con el Municipio de Funza, al Sur con la UPZ Zona Franca, y al Occidente con la UPZ Fontibón (SDP,2018).
- **UPZ Zona Franca:** reconocida con el número 77, se localiza dentro del grupo unidades tipo 7 - predominantemente industrial y se encuentra ubicada en la parte suroccidental de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 491,6 hectáreas, que representan el 14,8% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Fontibón San Pablo; al Oriente con las UPZ Fontibón y Granjas de Techo, al Sur

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

con la UPZ Tintal Norte de la localidad de Kennedy; y al Occidente con el Municipio de Mosquera (SDP,2018).

- **UPZ Ciudad Salitre Occidental:** le corresponde en número 110; se localiza dentro del grupo unidades tipo 3 - Residencial cualificado y se encuentra ubicada en el costado oriental de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 225,7 hectáreas que llegan al 6,8% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ Capellanía, Santa Cecilia de la localidad de Engativá. Parque Simón Bolívar – CAN y Ciudad Salitre Oriental de la localidad de Teusaquillo; al Sur con las UPZ Granjas de Techo y Puente Aranda de la Localidad de Puente Aranda; y al Occidente con las UPZ Modelia y Granjas de Techo (SDP,2018).
- **UPZ Granjas de Techo:** señalizada como la número 112; se localiza dentro del grupo unidades tipo 7 - predominantemente industrial y se encuentra ubicada en la zona suroriental de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 477,6 hectáreas que integran el 14,4% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con las UPZ Modelia, Fontibón y Capellanía; al Oriente con las UPZ Ciudad Salitre Occidental, Puente Aranda localidad que lleva el mismo nombre y Ciudad Salitre Oriental (localidad de Teusaquillo); al Sur con las UPZ Castilla, Bavaria de la localidad de Kennedy y Puente Aranda de la localidad de Puente Aranda; y al Occidente con las UPZ Fontibón, Zona Franca y Tintal Norte perteneciente a la localidad de Kennedy (SDP,2018).
- **UPZ Modelia:** identificada con el número 114; se localiza dentro del grupo unidades tipo 3 - Residencial cualificado y se encuentra ubicada en el costado nororiental de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 261,6 hectáreas. que corresponden el 7,9% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte y Occidente con la UPZ Capellanía, al Oriente con las UPZ Ciudad Salitre Occidental, y al Sur con la UPZ Granjas de Techo (SDP,2018).
- **UPZ Capellanía:** señalada con el número 115; se localiza dentro del grupo unidades tipo 7 - predominantemente industrial y se encuentra ubicada en la zona nororiental de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 272,1 hectáreas, que conforman el 8,2% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Aeropuerto El Dorado, al Oriente con las UPZ Ciudad Salitre Occidental, Santa Cecilia y Álamos estas dos de la localidad de Engativá, al Sur con las UPZ Modelia y Granjas de Techo, y al Occidente con las UPZ Aeropuerto El Dorado y Fontibón (SDP,2018).
- **UPZ Aeropuerto El Dorado:** Esta UPZ está identificada con el número 117, se localiza dentro del grupo unidades tipo 8 - de dominio dotacional y se encuentra ubicada en el costado norte de la localidad de Fontibón. Tiene una extensión de 743,1 hectáreas que equivalen al 22,3% del total del área de las UPZ de la localidad. Sus límites son: al Norte con la UPZ Engativá, al Oriente con las UPZ Capellanía y Álamos (localidad de Engativá), al Sur con las UPZ Fontibón San Pablo y Fontibón, y al Occidente con el Municipio de Funza (SDP,2018).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

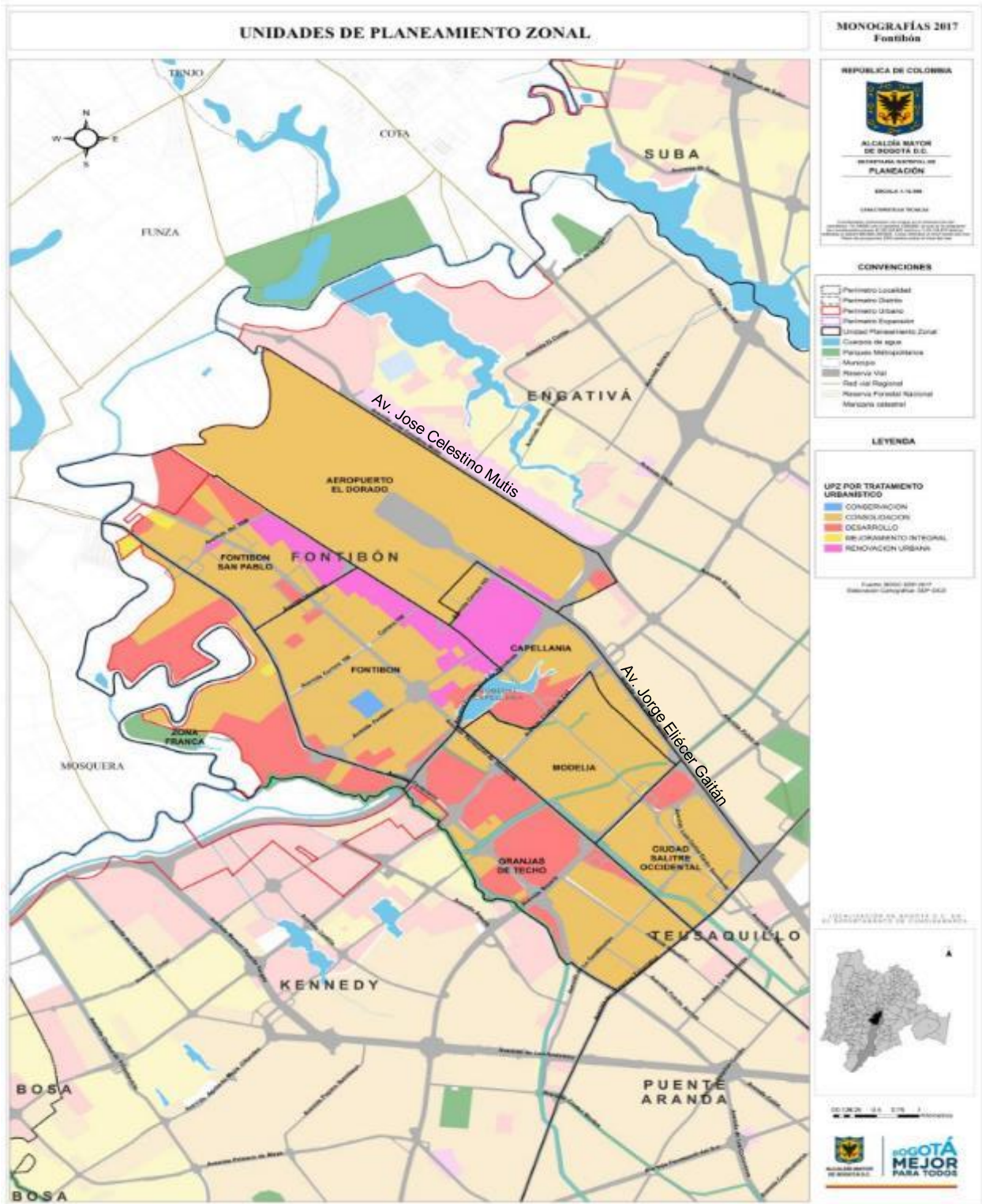


Figura 10. Unidades de planeamiento zonal - UPZ de la localidad de Fontibón
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Fontibón 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.3.4. Sectores Catastrales Fontibón

El sector catastral es una división de terreno urbano, por barrios y rural, por veredas, conformado por manzanas y veredas, delimitados principalmente por vías de la malla vial arterial, zonal o por límites naturales.

En la localidad de Fontibón la mayoría de sectores catastrales son barrios, que equivalen al 84,9% del total de la localidad, el 9,4% corresponde al terreno rural y el 5,7% forman parte de terreno mixto (SDP, 2018).

En la siguiente tabla se relacionan los sectores catastrales de las unidades de planeación zonal – UPZ de la localidad de Fontibón.

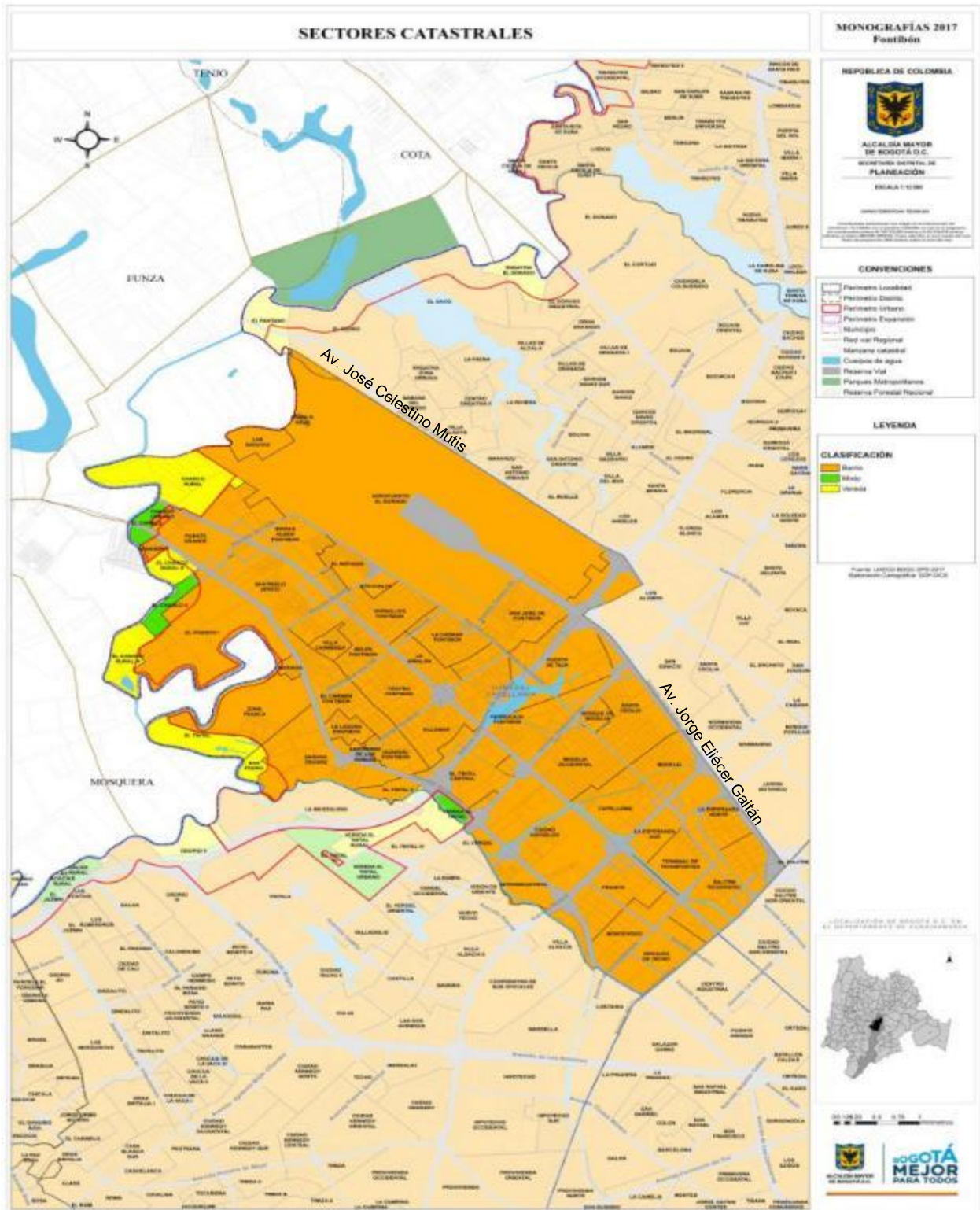
Tabla 15. Sectores catastrales por UPZ 2017

NÚMERO	UPZ	SECTORES CATASTRALES
75	Fontibón	12
76	Fontibón San Pablo	7
77	Zona Franca	11
110	Ciudad Salitre Occidental	4
112	Granjas de Techo	8
114	Modelia	5
115	Capellanía	3
117	Aeropuerto El Dorado	3
TOTAL		53

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación SDP (2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

Si bien las UPZ se establecen como urbanas y por definición contendrían solo los 45 sectores catastrales tipo barrio, se suman a éstos un sector tipo vereda y un sector mixto, ubicados en la UPZ Fontibón San Pablo; cuatro sectores tipo vereda y un sector mixto ubicados en la UPZ Zona Franca, más un sector mixto ubicado en la UPZ Granjas de Techo (SDP, 2018).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO



IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.3.5. Usos del Suelo de Fontibón

Según la normativa, el uso del suelo se refiere a la actividad que se puede desarrollar en un determinado espacio geográfico de conformidad con lo planificado y reglamentado por la respectiva autoridad de la unidad orgánica catastral. Esta se constituye mediante una variable de estudio de zonas homogéneas físicas, con el fin de determinar los valores unitarios del terreno (SDP, 2018).

Tabla 16. Uso del suelo - Fontibón

Localidad	Residencial		Comercial		Dotacional		Servicios		Industria		Otros		Totales (m2)
	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	
Usaquén	14.379.749,7	54,3%	3.286.878,1	12,4%	4.933.176,3	18,6%	3.237.911,6	12,2%	103.316,3	0,4%	534.830,3	2,0%	26.475.862,3
Chapinero	5.013.840,0	50,9%	1.163.997,4	11,8%	1.026.197,5	10,4%	2.633.645,4	26,7%	3.148,3	0,0%	11.897,6	0,1%	9.852.726,2
Santa Fe	2.127.606,8	46,2%	748.137,6	16,3%	768.031,3	16,7%	903.664,8	19,6%	3.795,4	0,1%	51.110,9	1,1%	4.602.347,0
San Cristóbal	8.548.273,4	66,0%	1.591.759,0	12,3%	1.044.006,2	8,1%	1.615.209,6	12,5%	8.979,9	0,1%	148.219,5	1,1%	12.956.447,6
Usme	9.685.859,0	46,0%	3.119.596,0	14,8%	2.404.410,4	11,4%	4.332.822,4	20,6%	1.271.874,2	6,0%	259.480,2	1,2%	21.074.042,2
Tunjuelito	3.306.269,5	38,4%	771.457,0	9,0%	3.192.891,2	37,1%	812.555,3	9,4%	498.716,7	5,8%	21.338,7	0,2%	8.603.228,3
Bosa	9.443.552,3	56,7%	1.993.390,3	12,0%	1.722.359,7	10,4%	2.535.781,1	15,2%	222.892,8	1,3%	723.011,3	4,3%	16.640.987,6
Kennedy	15.496.961,0	58,2%	3.959.949,7	14,9%	2.435.704,4	9,2%	4.117.241,6	15,5%	499.658,6	1,9%	109.415,1	0,4%	26.618.930,5
Fontibón	9.319.872,0	35,7%	4.540.767,2	17,4%	3.820.270,1	14,6%	6.731.226,5	25,8%	1.389.276,8	5,3%	313.504,8	1,2%	26.114.916,4
Engativá	14.739.148,9	52,6%	3.804.169,1	13,6%	3.572.349,3	12,8%	4.518.379,5	16,1%	376.984,2	1,3%	985.317,3	3,5%	27.996.348,3
Suba	26.522.413,0	59,7%	5.749.803,9	13,0%	6.429.392,4	14,5%	5.166.079,0	11,6%	196.368,4	0,4%	334.203,0	0,8%	44.398.259,6
Barrios Unidos	3.165.006,9	42,4%	967.914,2	13,0%	1.771.685,7	23,8%	1.432.757,0	19,2%	91.865,3	1,2%	29.419,4	0,4%	7.458.648,6
Teusaquillo	3.833.370,4	36,9%	1.052.397,7	10,1%	3.687.400,7	35,3%	1.778.983,6	17,1%	59.961,1	0,6%	7.161,3	0,1%	10.399.274,7
Los Mártires	1.533.068,1	35,4%	966.762,0	22,3%	660.923,7	15,3%	1.031.199,5	23,8%	92.233,5	2,1%	43.095,3	1,0%	4.327.282,2
Antonio Nariño	1.806.645,3	54,8%	526.461,8	16,0%	497.734,7	15,1%	397.894,3	12,1%	49.481,3	1,5%	15.961,5	0,5%	3.294.179,0
Puente Aranda	4.885.031,2	42,0%	1.562.613,0	13,5%	1.044.768,0	9,0%	2.656.431,3	22,9%	1.421.205,5	12,2%	47.853,4	0,4%	11.617.902,4
La Candelaria	552.155,2	35,0%	219.275,5	13,9%	570.737,9	36,1%	228.677,2	14,5%	0,0	0,0%	8.170,7	0,5%	1.579.016,5
Rafael Uribe Uribe	7.376.289,5	67,7%	918.831,4	8,4%	1.604.193,3	14,7%	921.867,1	8,5%	5.812,9	0,1%	69.930,5	0,6%	10.896.924,6
Ciudad Bolívar	13.887.939,4	59,7%	2.907.091,6	12,5%	1.155.051,3	5,0%	4.720.892,4	20,3%	443.552,2	1,9%	138.206,2	0,6%	23.252.733,1
Sumapaz	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Total Bogotá	158.623.051,6	52,2%	39.851.252,4	13,4%	42.321.284,1	14,2%	49.773.219,3	16,7%	6.739.122,6	2,3%	3.852.127,2	1,3%	298.160.057,2

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

En la tabla anterior, se puede observar que el tipo de uso de suelo que predomina en la localidad de Fontibón es el residencial con un 35,7%, le sigue el uso de servicios con una participación del 25,8%, continuando el uso comercial con un 17,4%, seguido del uso dotacional con un 14,6% y por último el uso industrial con un aporte del 5,3%.

La figura 12 muestra el uso del suelo predominante por manzana en la localidad de Fontibón, identificando el uso residencial con el color amarillo.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

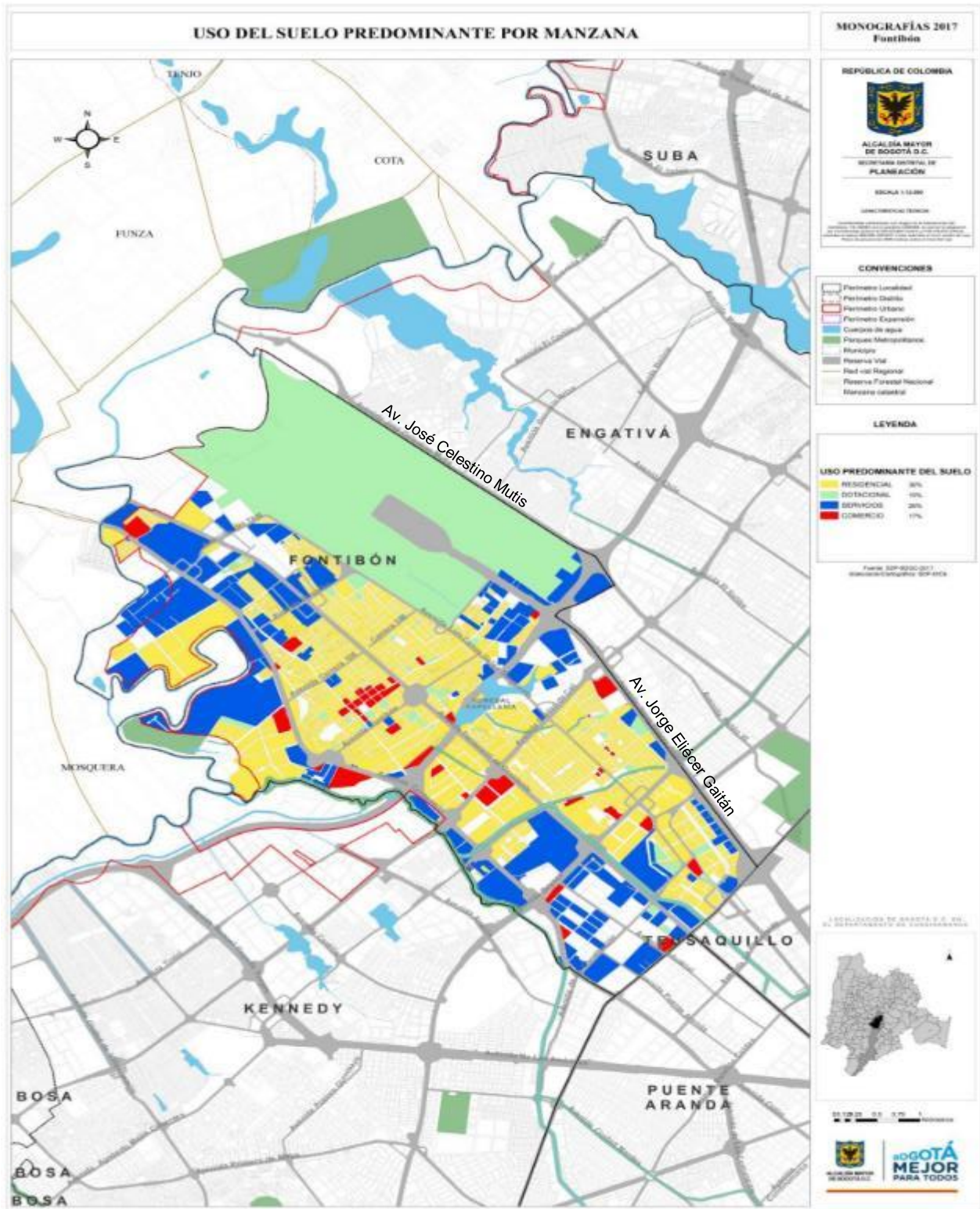


Figura 12. Uso del suelo de Fontibón

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Fontibón 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

6.3.6. Estratificación Urbana de Fontibón

La estratificación se utiliza para clasificar los inmuebles residenciales, no residenciales y dotacionales, entre otros, de acuerdo con las metodologías diseñadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Ésta es definida de acuerdo con las variables físicas externas de la vivienda: tamaño de antejardín, tipo de garaje, diversidad de fachada; variables de entorno urbano: tipo de vías y tipo de andenes; variables de contexto urbanístico; zonificación por criterios de hábitat (SDP,2018).

La ciudad de Bogotá cuenta con 6 estratos socioeconómicos:

- Estrato 1: Bajo - bajo
- Estrato 2: Bajo
- Estrato 3: Medio - bajo
- Estrato 4: Medio
- Estrato 5: Medio – alto
- Estrato 6: Alto

Según el Decreto Distrital 394 de 2017, Bogotá cuenta con 45.051 manzanas, de las cuales, el estrato 1 corresponde a un 15,9%, el estrato 2 a un 34,9%, el estrato 3 a un 26,8%, el estrato 4 el 5,4%, el estrato 5 el 2,3%, el estrato 6 un 2,0% y los de sin estrato un 13,1% (SDP, 2018).

Tabla 17. Número de manzanas por estrato socioeconómico

Localidad	ESTRATOS							Total
	Sin estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
Usaquén	297	180	341	563	333	305	409	2.428
Chapinero	158	124	178	55	205	128	337	1.183
Santa Fe	102	62	439	145	36	-	-	784
San Cristóbal	412	332	2.106	286	-	-	-	3.136
Usme	593	1.873	1.121	-	-	-	-	3.587
Tunjuelito	79	2	542	227	-	-	-	850
Bosa	283	344	2.632	76	-	-	-	3.335
Kennedy	558	64	2.393	1.926	38	-	-	4.979
Fontibón	361	1	263	742	286	12	-	1.665
Engativá	595	35	1.074	2.510	138	-	-	4.352
Suba	501	25	2.148	1.102	441	523	134	4.874
Barrios Unidos	141	-	-	787	266	25	-	1.219
Teusaquillo	147	-	-	133	694	48	-	1.022
Los Mártires	96	-	52	569	3	-	-	720
Antonio Nariño	70	-	26	505	-	-	-	601
Puente Aranda	413	-	6	1.448	-	-	-	1.867
La Candelaria	59	2	80	45	-	-	-	186
Rafael Uribe Uribe	323	413	1.180	835	-	-	-	2.751
Ciudad Bolívar	694	3.568	1.148	102	-	-	-	5.512
Sumapaz	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Bogotá	5.882	7.025	15.729	12.056	2.440	1.039	880	45.051

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

Del total de manzanas estratificadas en Bogotá, 1.665 manzanas pertenecen a la localidad de Fontibón, lo que representa un 3,7% del total de la ciudad.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

En la tabla 17 se puede observar que, del total de manzanas de la localidad de Fontibón, el 0,06% se clasifican dentro del estrato 1; el 15,8% corresponden al estrato 2; el 44,6% pertenecen al estrato 3; el 21,7% se ubican en los de sin estrato, el 17,2% son del estrato 4; y el 0,7% conforman el estrato 5. En conclusión, el estrato predominante es el 3.

6.3.6.1. Estratificación Urbana Según UPZ

Tabla 18. Estrato socioeconómico según UPZ – Localidad de Fontibón

UPZ	ESTRATOS							Total
	Sin estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
AEROPUERTO EL DORADO	8			3				11
CAPELLANÍA	50			63	8			121
CIUDAD SALITRE OCCIDENTAL	28			5	46	11		89
FONTIBÓN	50		28	559				637
FONTIBÓN SAN PABLO	43		164	64				271
GRANJAS DE TECHO	111	1	16	6	29	1		164
MODELIA	40			40	204			284
ZONA FRANCA	31		55	2				88
Total Fontibón	361	1	263	742	286	12	-	1.665

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

De las 8 UPZ que conforman la localidad de Fontibón, la estratificación de las manzanas se encuentra distribuidas de la siguiente manera:

- Estrato 1 - Granjas de Techo con un 100%, del total de las UPZ de la localidad de Fontibón.
- Estrato 2 - Fontibón San Pablo: 62,4%, Zona Franca: 20,9%, Fontibón: 10,6% y Granjas de Techo: 6,1%, del total de las UPZ de la localidad de Fontibón.
- Estrato 3 – dentro de este estrato están todas las UPZ de la localidad distribuidos con los siguientes porcentajes de arriba hacia abajo según la tabla 15, 0,4% - 8,5% - 0,7% - 75,3% - 8,6% - 0,8% - 5,4% - 0,3%, del total de las UPZ de la localidad de Fontibón.
- Estrato 4 – Las UPZ que se encuentran en este estrato son Capellanía: 2,8%, Ciudad Salitre Occidental: 15,7%, Granjas de Techo: 10,1% y Modelia: 71,3%, del total de las UPZ de la localidad de Fontibón.
- Estrato 5 – En este estrato se encuentran dos localidades: Ciudad Salitre Occidental, que representa un 91,7% y Granjas de Techo con el 8,3% del total de las UPZ de la localidad de Fontibón.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

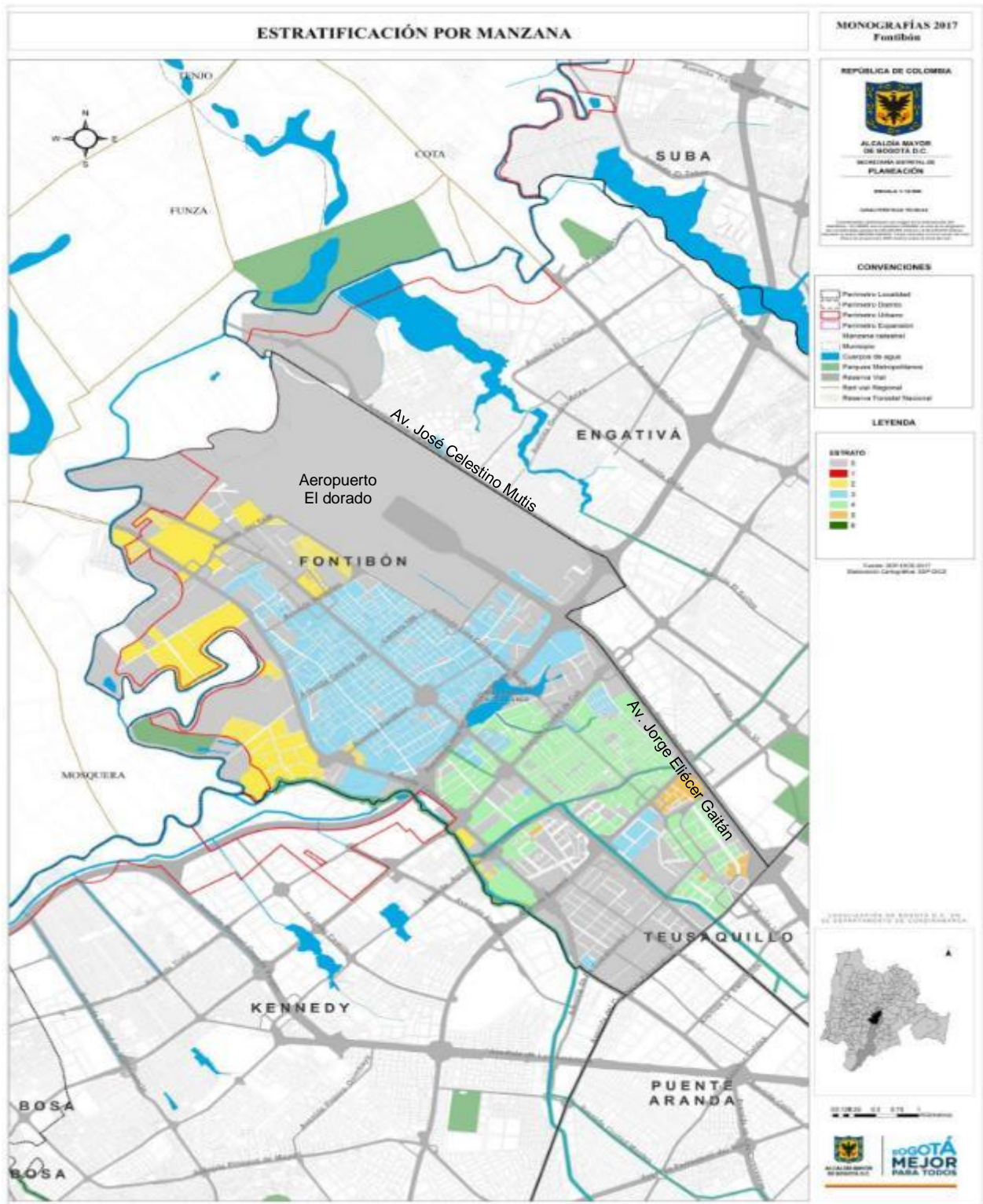


Figura 13. Estratificación por manzana - Localidad Fontibón
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, SDP (2018). Monografía localidad de Fontibón 2017. Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación

6.4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNZA

Dentro del análisis normativo se consultó el plan básico de ordenamiento territorial del Municipio de Funza, Decreto 000140 de 13 de septiembre de 2000, donde se clasifican los usos actuales del suelo y se establece su reglamentación (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018)

El PBOT de Funza, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley 388 de 1997, clasifica los suelos de la siguiente manera:

6.4.1. Suelo urbano

Se denomina Suelo Urbano, a aquellos espacios poblados que presentan mayor densificación del uso y cuentan con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación (Municipio de Funza, 2000).

6.4.2. Suelo de expansión urbana

Son aquellos suelos que hacen parte del territorio Municipal, que por el reconocimiento de las tendencias territoriales en el futuro próximo y de largo plazo, y por la necesidad de responder a las demandas de vivienda y de espacio para actividades de servicios y comercio, se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del PBOT, de acuerdo con la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, parques y equipamiento colectivo de interés público o social (Municipio de Funza, 2000).

6.4.3. Suelo rural

Corresponde al espacio territorial no apto para el uso urbano por razones de oportunidad o por destinación a usos agropecuarios, forestales, de conservación y protección de recursos naturales, excepcionalmente de explotación y actividades análogas (Municipio de Funza, 2000).

6.4.3.1. Suelo suburbano

Está constituido por la parte del territorio municipal ubicada dentro del suelo rural, donde se interrelacionan los usos del suelo urbano con los del suelo rural, que será objeto de desarrollo para diferentes fines y donde se garantizará el auto abastecimiento de servicios públicos domiciliarios (Municipio de Funza, 2000).

6.4.4. Suelo de protección

Está constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las clases establecidas en los artículos anteriores, que por sus características geográficas, paisajísticas, ambientales o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para provisión de servicios públicos domiciliarios, son restringidos en su posibilidad de desarrollarse y requieren en consecuencia de la prohibición y/o condicionamiento en su uso y desarrollo (Municipio de Funza, 2000).

6.5. ASPECTOS TERRITORIALES DEL MUNICIPIO DE FUNZA

6.5.1. Ubicación

Funza está ubicada en la provincia de sabana de Occidente a 15 Km de la ciudad de Bogotá. Limita al norte con Madrid y Tenjo, al Oriente con Cota y Bogotá, al Sur con Mosquera y al Occidente con Madrid. Tiene una extensión urbana de 4 kms² y una extensión rural de 66 kms², para un total de 70 kms². La superficie del municipio es plana, con las características típicas de las altiplanicies cundinamarqueses, con pendientes hasta del 3% (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018b).

6.5.2. Economía Rural

- **Estructura de la economía rural:** Los suelos rurales del municipio, presentan ventajas comparativas para la agricultura y ganadería intensiva, incluida la producción de hortalizas y flores (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018b).
- **Sistema de producción:** Los sistemas de producción predominantes son la ganadería de leche y los cultivos transitorios tales como las hortalizas, la papa y el maíz (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018b).
- **Sistemas de Producción Pecuario:** En el municipio de Funza se explotan especies mayores y menores. Las especies mayores son los bovinos: ganado de leche; además se explotan los porcinos, equinos, conejos, asnos, y aves. La producción lechera se concentra en las veredas el Cacique, el Hato, el Coclí, La Isla y La Florida. La raza predominante es la Holstein, con una producción promedio de leche por animal al día de 11 litros (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018b).
- **Sistemas de Producción Agrícola:** En el municipio de Funza se cultiva principalmente papa, maíz, repollo, lechuga, zanahoria y arveja. La mayoría de estos cultivos están localizados en las veredas Siete Trojes, el Hato y La Florida. Los cultivos son irrigados con agua de los humedales y del distrito de riego La Ramada. La mayoría de estos productos son comercializados en la plaza mayorista de Corabastos y en menor proporción en plazas de mercados de Funza y Facatativá (Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, 2018b).

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

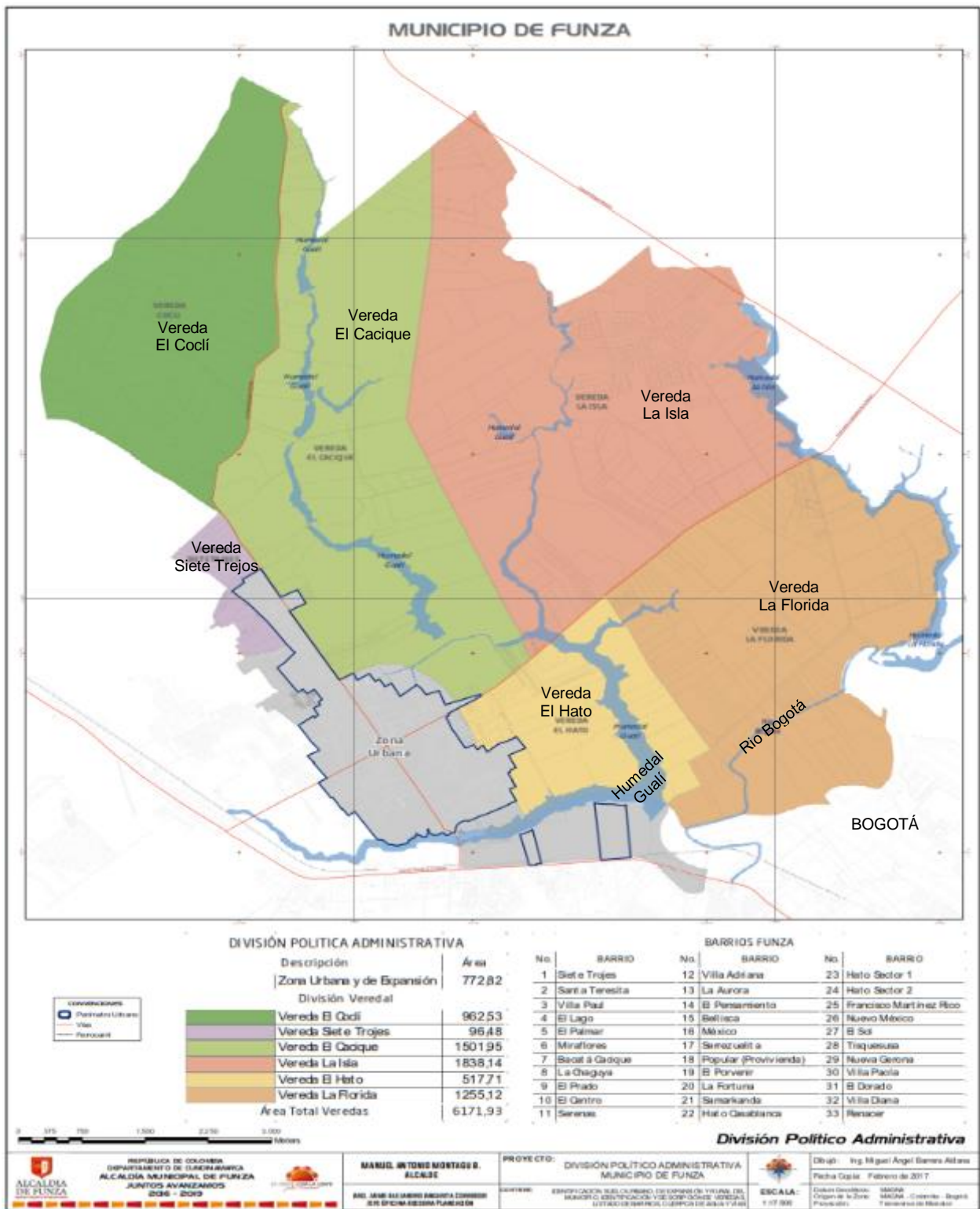


Figura 14. División Política Administrativa Municipio de Funza
Fuente: Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca. (2018a). Cartografía Municipal. Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

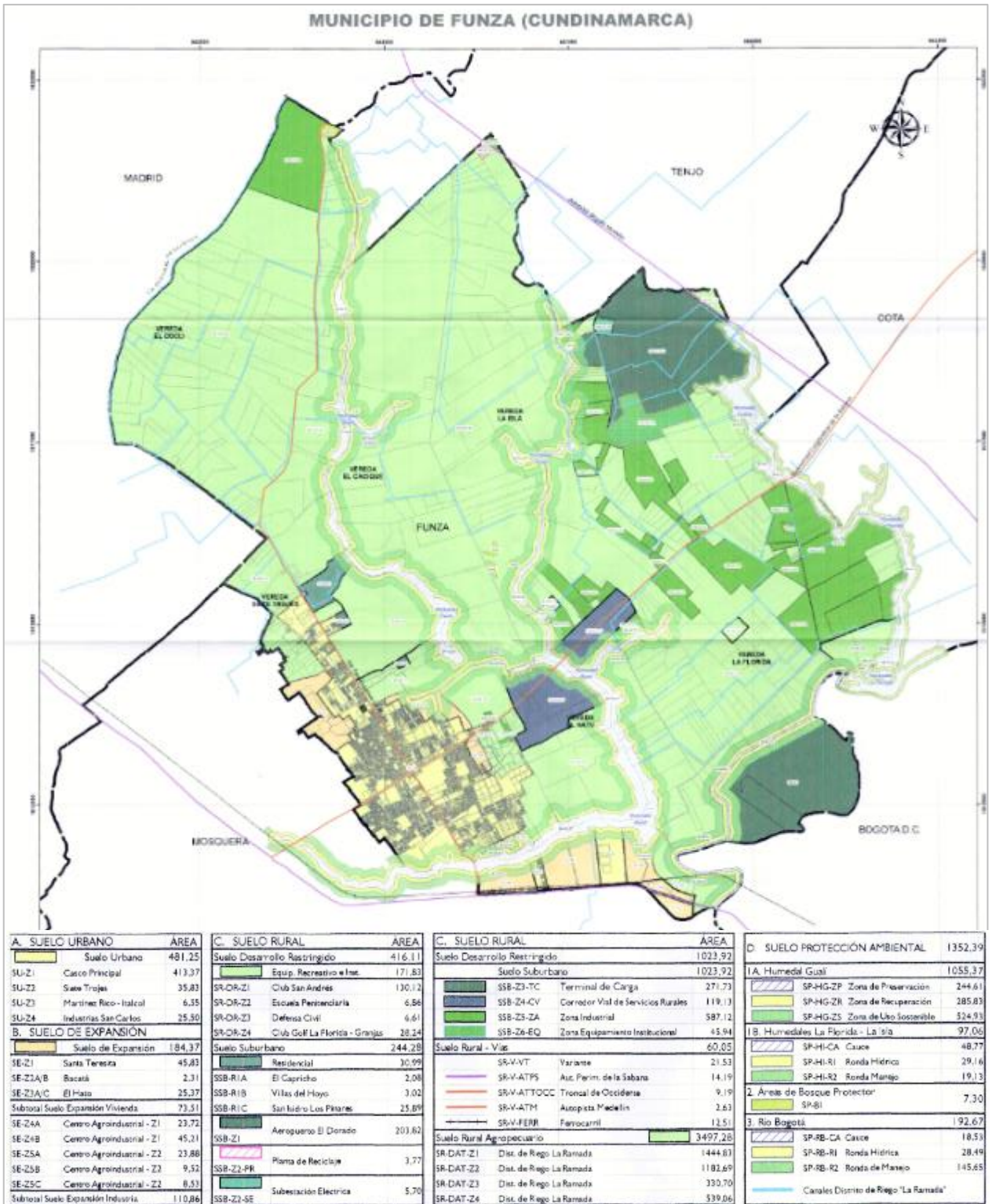


Figura 15. Clasificación del suelo - Municipio de Funza

Fuente: Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca. (2018a). Cartografía Municipal. Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca.

6.6. REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA – RAC 14

6.6.1. Distancia mínima entre pistas paralelas

Cuando se trata de pistas paralelas dentro de un mismo aeródromo previstas para uso simultáneo en condiciones de vuelo visual, la distancia mínima entre sus ejes será de (UAEAC, 2020):

- 210 m cuando el número de clave más alto sea 3 o 4
- 150 m cuando el número de clave más alto sea 2
- 120 m cuando el número de clave más alto sea 1

Cuando se trata de pistas paralelas previstas para uso simultáneo en condiciones de vuelo por instrumentos, a reserva de lo especificado en los PANS-Aeródromos y los PANS-OPS la distancia mínima entre sus ejes será de (UAEAC, 2020):

- 1.035 m en aproximaciones paralelas independientes
- 915 m en aproximaciones paralelas dependientes
- 760 m en salidas paralelas independientes
- 760 m en operaciones paralelas segregadas

6.6.2. Restricción y eliminación de obstáculos

La UAEAC es la entidad facultada para emitir concepto sobre las alturas de las construcciones en las áreas de influencia de los aeródromos o helipuertos, incluyendo los edificios, bodegas, hangares sencillos, línea de hangares, líneas de alta tensión, terminales de carga, fábricas, bodegas, silos y construcciones en áreas de servidumbre Aeroportuaria y Aeronáutica y las que por su actividad puedan llegar a constituirse en un obstáculo, o generar la presencia de aves. Así mismo, para el caso de mástiles de antenas, emisoras, líneas de alta tensión o estructuras que se desarrollen en el territorio nacional y que puedan constituir peligro para las operaciones aéreas y sean superiores a 15 metros sobre el nivel del terreno. Este concepto no constituye un permiso de construcción, el cual debe ser emitido por las autoridades correspondientes (UAEAC, 2020).

La UAEAC, se reserva el derecho de modificarlo total o parcialmente o suprimir el concepto si:

- a. En caso de interferencia o inconvenientes para los servicios de radiocomunicaciones o radionavegación aeronáutica.
- b. Si a su juicio presenta obstáculo para la navegación aérea, debido a ampliaciones y reformas de aeródromos cercanos.
- c. Si las líneas de transmisión eléctrica interfieren o causa problemas a las operaciones aéreas y comunicaciones aeronáuticas.
- d. Si las torres o instalaciones tienen una altura superior a la estipulada por la Aeronáutica Civil.

7. METODOLOGÍA

En la realización del presente trabajo se desarrolla una investigación bibliográfica de tipo descriptivo, que tiene en cuenta tres fases:

7.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo del presente trabajo de investigación se inició con una primera etapa que comprendió la identificación del problema y su planteamiento. La investigadora laboraba en el aeropuerto El Dorado y se enteró que las autoridades aeroportuarias y la administración están planeando y proyectando un nuevo plan maestro del aeropuerto donde resaltan la necesidad de ampliarlo a través de la construcción de una tercera pista, obra que inevitablemente afectará la salud y tranquilidad de la población aledaña. Así es como nace el deseo de realizar un análisis sobre el impacto que causará la construcción de la pista en el uso del suelo en las comunidades vecinas.

7.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tan pronto como se definió el problema, tema de análisis, se elaboró un plan que contempló los pasos a seguir en la realización del trabajo de investigación:

7.2.1 Identificación de las fuentes de información

Se vio la necesidad de recurrir a entidades como Aerocivil, Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, Ministerio del Medio Ambiente, Alcaldía de Funza y marco normativo sobre aeropuertos y usos del suelo en sus alrededores.

7.2.2 Recopilación de información y selección de la más relevante para el análisis

Se procedió a recopilar información de los diferentes portales web de entidades como la Aeronáutica Civil, del Ministerio del Medio Ambiente, la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, de la alcaldía de Funza, de las diferentes leyes, decretos y demás normas que regulan las construcciones y actividades permitidas en los alrededores de los aeropuertos, y de las que establecen las medidas que los terminales aéreos deben tomar para afectar en lo más mínimo posible la tranquilidad, la salud y la cotidianidad de la población afectada. La mayor parte de la información se obtuvo vía internet, visitando los portales web de cada Entidad y en algunos casos se enviaron correos solicitando datos a Organismos como la Secretaría Distrital de Planeación y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La fuente de todas estas consultas está relacionada en el capítulo Bibliografía, donde se citan todas las referencias bibliográficas.

7.2.3 Procesamiento de datos

Dentro de la información reunida se encontraron distintos autores que realizaron estudios concernientes a la compatibilidad del uso del suelo con grandes aeropuertos de diferentes partes del mundo como Brasil, Países Bajos, Reino Unido y Australia. Esta información se incorpora al capítulo 4 del trabajo, identificado como estado del arte.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Muchos datos clasificados se procesaron para condensarlos en el capítulo 5, donde se desarrolla el Marco Teórico. Éste inicia con la descripción de las compatibilidades que debe tener el uso del suelo con los aeropuertos, así como las incompatibilidades, muy frecuentes, no solo en el uso del suelo del área de influencia del aeropuerto El Dorado de Bogotá sino en diferentes aeropuertos del mundo. Dentro de este marco teórico se presentan distintos aspectos inherentes al aeropuerto y el impacto que causan sus operaciones en la población asentada en sus alrededores. Se resaltan los peligros que representan para los aeropuertos algunos usos del suelo permitidos dentro de su jurisdicción.

Aquí hay información clara y suficiente para determinar el impacto que causa el ruido de las operaciones aéreas en la población aledaña al aeropuerto y se presentan tablas que identifican los niveles de ruido permitidos para cada sector de la actividad humana dentro de su área de influencia. Toda esta información es fundamental para analizar el impacto de las operaciones aéreas en el uso de suelo del área de influencia de la tercera pista que se proyecta construir en el aeropuerto El Dorado, y se complementa con gráficos y mapas que muestran la cercanía de áreas residenciales, comerciales y dotaciones públicas con el terminal aéreo más importante del país.

Más adelante, en el capítulo 6 se presenta el marco normativo donde de manera muy detallada se exponen aspectos territoriales, de ubicación, de clasificación en unidades de planeamiento zonal y usos del suelo de las localidades de Engativá y Fontibón; zonas más afectadas por las operaciones del aeropuerto, y del municipio de Funza, porque en su territorio se contempla la ubicación de dos de las alternativas propuestas para la construcción de una tercera pista.

En el capítulo 8 se exponen los argumentos que sustentan la necesidad de la ampliación del aeropuerto el Dorado mediante la construcción de una tercera pista y se describen las 8 alternativas para la ubicación de la misma. Estas alternativas están plenamente identificadas y explicadas por medio de gráficos y mapas que informan al lector sobre la ubicación y alcance de cada una. Toda la información presentada en este capítulo permite evaluar las 8 alternativas para la ubicación de la nueva pista y decidir cuál es la más viable desde el punto de vista del uso del suelo.

7.2.4 Análisis de resultados

Los análisis de los resultados obtenidos están enfocados al uso del suelo en las áreas que podrían ser afectadas por la construcción de una tercera pista. Para cada alternativa presentada se tienen en cuenta la cantidad de hectáreas de escaso desarrollo que serán afectadas; la cantidad de hectáreas propiedad del aeropuerto que estarían involucradas; y la cantidad de hectáreas de desarrollo denso que se impactarían.

Lo anterior no significa que la única manera de evaluar la viabilidad de cada alternativa propuesta sea por el uso del suelo. Existen otros factores como: la distancia mínima requerida entre pistas paralelas y la superficie limitadora de obstáculos, requisitos del RAC 14; el alto valor comercial de los predios a adquirir para la ejecución de la obra y

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

adecuaciones ambientales muy complejas, entre otros. Aquí el análisis de cada alternativa presentada se realiza únicamente desde el punto de vista del impacto que la obra puede tener sobre el uso del suelo, porque este es el objetivo central del trabajo.

7.2.5 Conclusiones e informe final

Finalmente se exponen las conclusiones más importantes que se obtuvieron durante todo el procesamiento de la información en concordancia con los objetivos planteados al comienzo del trabajo.

Como último punto del trabajo se presentan algunas recomendaciones que podrían interesar a futuros investigadores del tema o analistas tanto de las alternativas descritas para la construcción de una tercera pista en el aeropuerto el Dorado de Bogotá como para aquellos que se interesen por el impacto en el uso del suelo en su área de influencia.

7.3 ESTRUCTURACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL

Como última fase del trabajo de investigación se procede a estructurar y armar todas las partes que componen el documento final para presentarlo al jurado calificador.

8. RESULTADOS

Para determinar la necesidad de la construcción de una tercera pista, la Aerocivil, con base en los registros de las operaciones aéreas realizadas en los últimos 10 años, elaboró proyecciones de demanda de transporte aéreo tanto de pasajeros nacionales e internacionales como de carga, que le permitieron concluir que se hace necesaria una ampliación más del aeropuerto mediante la construcción de una tercera pista junto con toda la infraestructura necesaria para que El Dorado se siga consolidando como el terminal aéreo más importante de país y uno de los mejores de Latinoamérica.

La Aeronáutica Civil proyecta que para el año 2041 tendrá una demanda de 69,2 millones de pasajeros, y espera una mayor proporción de pasajeros internacionales. Pero el número total de operaciones previsto para el 2041 se ha reducido a 760.000, debido a una reducción en el pronóstico de las operaciones de carga, y un menor número de operaciones de pasajeros comerciales por la adquisición de una flota más grande, con mayor capacidad de asientos. Así las cosas, el pronóstico final muestra una demanda de 61,6 millones de pasajeros, y 587.000 operaciones en El Aeropuerto El Dorado para el 2041.

Una nueva pista, según la misma Aerocivil, representaría el 11 por ciento del total del tráfico de pasajeros y el 23 por ciento del total del tráfico de operaciones para el año 2041.

A continuación, en la tabla 19 se relacionan las proyecciones realizadas en el plan maestro de la Aeronáutica Civil para el año 2041.

Tabla 19. Pronóstico de operaciones

Asignación de Operaciones Totales – Opción 5									
Operaciones	El Dorado I					El Dorado II			
	Pasajeros Comerciales	Carga	Militar	Aviación General	Operaciones Totales	Pasajeros Comerciales	Militar	Aviación General	Operaciones Totales
2014	263,000	15,500	22,800	35,900	337,200	-	-	-	-
Año de Pronóstico									
2015	282,400	16,000	27,200	38,900	364,500	-	-	-	-
2016	299,700	16,400	27,800	40,000	383,900	Operaciones comienzan en 2021			
2021	320,600	18,500	15,400	4,600	359,100	53,500	15,400	41,300	110,200
2026	377,500	20,800	17,200	5,200	420,700	62,300	17,200	47,200	126,700
2031	426,900	23,200	18,900	5,900	474,900	69,600	18,900	53,000	141,500
2036	474,900	25,800	20,900	6,500	528,000	76,400	20,900	58,600	155,900
2041	528,000	28,800	23,200	7,200	587,200	83,900	23,200	64,800	171,900
CAGR 2014-2041	2.6%	2.3%	0.1%	-5.8%	2.1%				
CAGR 2021-2041	2.5%	2.2%	2.1%	2.3%	2.5%	2.3%	2.1%	2.3%	2.2%
División de tráfico	El Dorado I					El Dorado II			
	Pasajeros Comerciales	Carga	Militar	Aviación General	Operaciones Totales	Pasajeros Comerciales	Militar	Aviación General	Operaciones Totales
2014	78%	5%	7%	11%	100%	-	-	-	-
Año de Pronóstico									
2015	77%	4%	7%	11%	100%	-	-	-	-
2016	78%	4%	7%	10%	100%	Operaciones comienzan en 2021			
2021	89%	5%	4%	1%	100%	49%	14%	37%	100%
2026	90%	5%	4%	1%	100%	49%	14%	37%	100%
2031	90%	5%	4%	1%	100%	49%	13%	37%	100%
2036	90%	5%	4%	1%	100%	49%	13%	38%	100%
2041	90%	5%	4%	1%	100%	49%	13%	38%	100%

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 20. Pronóstico de pasajeros

Asignación de Pasajeros Comerciales – Opción 5									
Pasajeros	El Dorado I			El Dorado II			Totales		
	Nacionales	Internacionales	Totales	Nacionales	Internacionales	Totales	Nacionales	Internacionales	Totales
2014	18,835,000	8,354,000	27,189,000	-	-	-	18,835,000	8,354,000	27,189,000
Año de Pronóstico									
2015	20,249,000	9,055,000	29,304,000	-	-	-	20,249,000	9,055,000	29,304,000
2016	21,443,000	9,754,000	31,197,000	Operaciones comienzan en 2021			21,443,000	9,754,000	31,197,000
2021	22,805,000	12,199,000	35,004,000	3,685,000	891,000	4,576,000	26,490,000	13,090,000	39,580,000
2026	26,532,000	15,350,000	41,882,000	4,287,000	1,122,000	5,409,000	30,819,000	16,472,000	47,291,000
2031	29,658,000	18,487,000	48,145,000	4,792,000	1,351,000	6,143,000	34,450,000	19,838,000	54,288,000
2036	32,612,000	21,830,000	54,442,000	5,270,000	1,595,000	6,865,000	37,882,000	23,425,000	61,307,000
2041	35,761,000	25,807,000	61,568,000	5,778,000	1,886,000	7,664,000	41,539,000	27,693,000	69,232,000
CAGR 2014-2041	2.4%	4.3%	3.1%				3.0%	4.5%	3.5%
CAGR 2021-2041	2.3%	3.8%	2.9%	2.3%	3.8%	2.6%	2.3%	3.8%	2.8%
División de tráfico	El Dorado I			El Dorado II			Totales		
	Nacionales	Internacionales	Totales	Nacionales	Internacionales	Totales	Nacionales	Internacionales	Totales
2014	69%	31%	100%	-	-	-	69%	31%	100%
Año de Pronóstico									
2015	69%	31%	100%	-	-	-	69%	31%	100%
2016	69%	31%	100%	Operaciones comienzan en 2021			69%	31%	100%
2021	65%	35%	100%	81%	19%	100%	67%	33%	100%
2026	63%	37%	100%	79%	21%	100%	65%	35%	100%
2031	62%	38%	100%	78%	22%	100%	63%	37%	100%
2036	60%	40%	100%	77%	23%	100%	62%	38%	100%
2041	58%	42%	100%	75%	25%	100%	60%	40%	100%

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

De acuerdo con el pronóstico de operaciones expuesto en la tabla 19 se puede notar que según la demanda de operaciones, El Dorado, en el año 2021 alcanzará 359.100 operaciones aéreas y para el 2041 serán 587.200, donde se transportan pasajeros nacionales e internacionales y carga. La tabla 20 muestra que con estas operaciones se moverán 39.580.000 pasajeros nacionales e internacionales en el 2021, y 69.232.000 en el 2041, cifras que hacen ver la necesidad de la construcción de una tercera pista para contar con un aeropuerto ágil y efectivo al momento de realizar todas las operaciones aeroportuarias en la medida que vaya aumentando la demanda.

8.1. ALTERNATIVAS CONTEMPLADAS EN EL ÚLTIMO PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO EL DORADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TERCERA PISTA.

A continuación, se relacionan las 8 alternativas planteadas en el plan maestro de la Aeronáutica Civil para la construcción de una tercera pista, al tiempo que se realiza el análisis de cada una de ellas:

8.1.1. Alternativa 1

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

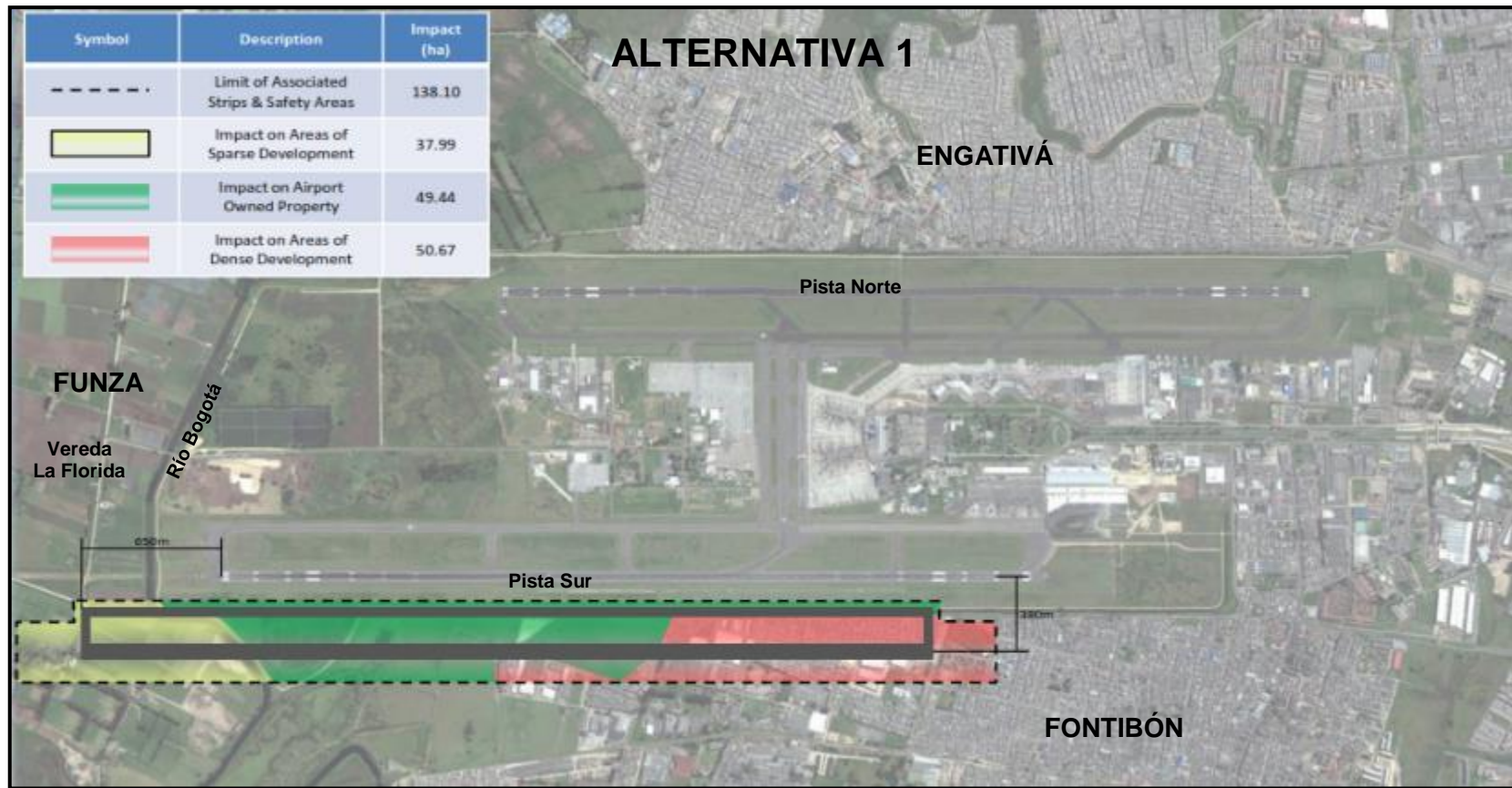
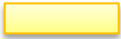

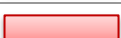


Figura 16. Alternativa 1 - construcción de una tercera pista
 Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	138.10
	Impacto en áreas de escaso desarrollo	37.99
	Impacto en la propiedad del aeropuerto	49.44
	Impacto en áreas de desarrollo denso	50.67

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Esta primera alternativa propone la construcción de una tercera pista al costado sur de la actual pista sur del Aeropuerto El Dorado. La nueva pista quedaría localizada sobre la localidad de Fontibón, más exactamente sobre las UPZ Fontibón San Pablo y Fontibón; con posible afectación por ruido a los barrios El Refugio, Brisas Aldea Fontibón, Atahualpa y Versalles Fontibón.

Con la construcción de una tercera pista en este sector se afectarían aproximadamente 1.062 predios del barrio El Refugio, 498 predios del barrio Brisas Aldea Fontibón, 2 predios del barrio Atahualpa y 321 predios del barrio Versalles Fontibón. En otros términos, se afectarían 52 manzanas del barrio Brisas Aldea Fontibón, 72 manzanas del barrio El Refugio, 2 manzanas del barrio Atahualpa y 28 manzanas del barrio Versalles Fontibón.

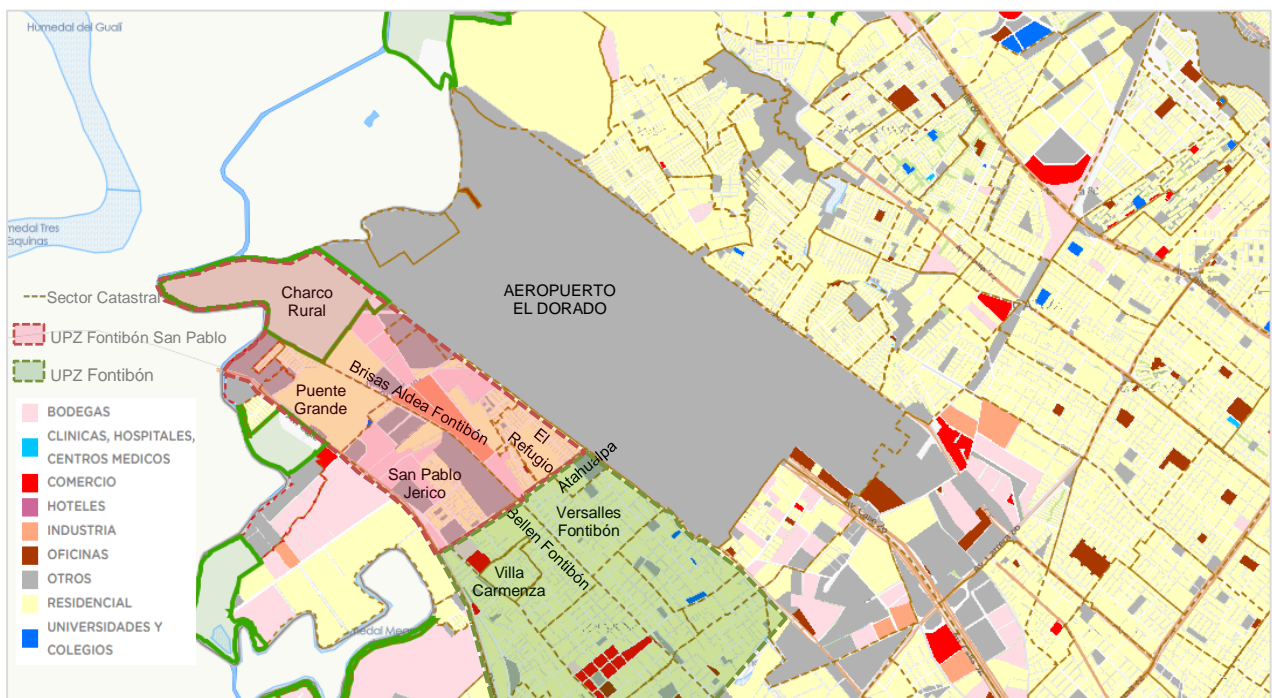


Figura 17. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 – Localidad de Fontibón
Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, UAECD (2020). Mapas Bogotá.

De acuerdo con las cifras expuestas arriba y analizando la figura 17 se puede observar que el uso de suelo predominante en esta localidad es el residencial, situación que incrementaría la conflictividad entre la comunidad y el aeropuerto, pues la tercera pista aumentaría aún más el ruido que ya de por sí genera problemas de salud y comportamiento a un grupo numeroso de habitantes, por lo que esta alternativa no se puede considerar viable desde el punto de vista del uso del suelo, a no ser que las autoridades aeroportuarias diseñen e implementen un plan de mitigación de ruido, como lo establecen las normas que reglamentan la materia. Por otro lado, si se tiene en cuenta que el área a impactar alcanza las 50.67 hectáreas de desarrollo denso, resultaría muy

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

costosa y traumática la expropiación de esta gran cantidad de predios, aproximadamente 1.883. Solo quedaría evaluar la posibilidad de insonorizar las viviendas afectadas.

La pista propuesta en esta alternativa ocuparía aproximadamente 37.99 hectáreas del municipio de Funza, suelo rural agropecuario de la vereda El Hato, donde existe explotación de bovinos, ganado de leche, porcinos, equinos y conejos, entre otros. En agricultura, los suelos se destinan para los cultivos de papa, maíz, repollo, lechuga, zanahoria y arveja, cuyos productos en su mayoría son comercializados en la plaza mayorista de Corabastos y en menor proporción en las plazas de mercado de Funza y Facatativá.

Ahora, desde el punto de vista técnico y reglamentario, en concordancia con el Reglamento Aeronáutico Civil, anexo 14, esta propuesta no es viable, porque las pistas actuales del aeropuerto El Dorado trabajan como pistas independientes, y operan en condiciones de vuelo por instrumentos. La distancia propuesta en la alternativa apenas tiene 380 metros entre pistas, y la norma establece que debe ser 1.035 metros para condiciones por instrumentos. Por lo tanto, esta propuesta queda descartada.

El otro aspecto desfavorable para esta alternativa es el riesgo del río Bogotá por amenazas de inundación del mismo, debido a las lluvias constantes que se generan en esta zona, haciendo que esta no quede operando, y así mismo afectando la operación aérea.

8.1.2. Alternativa 2

IMPACTO EN EL USO DE SUELO



Figura 18. Alternativa 2 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	177.56
Yellow box	Impacto en áreas de escaso desarrollo	131.40
Green box	Impacto en la propiedad del aeropuerto	46.16
Red box	Impacto en áreas de desarrollo denso	0

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Esta alternativa sugiere una pista al costado suroccidente de la pista que actualmente se encuentra al sur del Aeropuerto el Dorado, la cual se ubicaría sobre terrenos de propiedad de la Aerocivil con un área de 46.16 hectáreas aproximadamente, al tiempo que necesitaría terrenos del municipio de Funza, específicamente sobre la vereda El Hato, y que abarcaría 131.40 hectáreas aproximadamente.

El suelo objeto de intervención se encuentra en el municipio de Funza, considerado como rural de destinación agropecuaria, dedicado a cultivos de papa, repollo, lechuga, zanahoria y maíz, entre otros. En el sector pecuario se explota el ganado de leche, aves y porcinos, entre otros. Los cultivos son irrigados con agua de los humedales y del distrito de riego la Ramada.

El municipio de Funza ya está afectado por las operaciones del Aeropuerto el Dorado por el paso continuo de los aviones sobre su territorio. Con esta alternativa se incrementaría la afectación a la región, pero se facilitarían las adecuaciones requeridas porque la zona es mayoritariamente rural, clasificada como áreas de escaso desarrollo con impacto mínimo, por no decir nulo, sobre suelo urbano.

De acuerdo con el Reglamento Aeronáutico Civil, anexo 14, la distancia mínima requerida entre pistas paralelas de vuelo por instrumentos es de 1.035 m. Para esta alternativa la distancia es de 380 metros, por lo tanto, no cumple. A este impedimento se suma el hecho de que por este sector pasa el río Bogotá, situación que generaría problemas ambientales y de seguridad para el mismo aeropuerto. Entonces, desde el punto de vista de uso del suelo, la alternativa aquí presentada puede ser viable, pero teniendo en cuenta la reglamentación impuesta por la Aerocivil y el impacto ambiental ocasionado por las obras que se requerirían sobre el río Bogotá, se convierte en inviable, por lo que se descarta y no se le realizan más análisis.

Al igual que la alternativa 1, además de ser inviable por no cumplir con la distancia mínima requerida, al proyectarla sobre el río Bogotá la hace aún más inviable, ya que habría que intervenir el río, causando complicaciones ambientales y mayores costos en cuanto a obras de ingeniería.

8.1.3. Alternativa 3

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

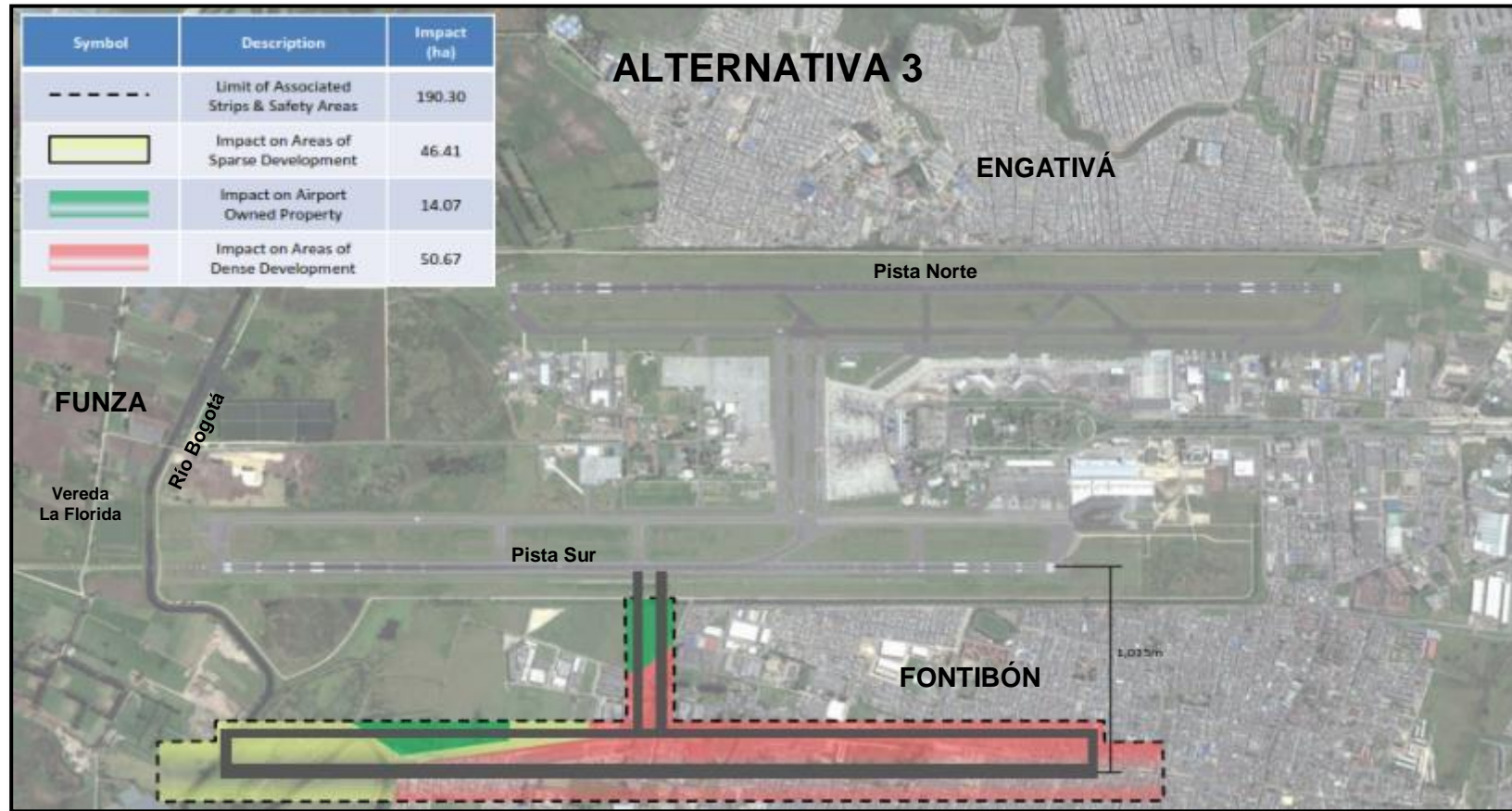
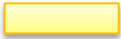




Figura 19. Alternativa 3 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	190.30
	Impacto en áreas de escaso desarrollo	46.41
	Impacto en la propiedad del aeropuerto	14.07
	Impacto en áreas de desarrollo denso	50.67

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Para esta alternativa, se plantea la construcción de una tercera pista al costado sur de la actual pista sur del Aeropuerto El Dorado, que quedaría ubicada sobre la localidad de Fontibón, específicamente sobre las UPZ Fontibón San Pablo y Fontibón; afectando los barrios Charco Rural, Brisas Aldea Fontibón, El Refugio, Atahualpa, Versalles Fontibón, Belén Fontibón, Villa Carmenza, San Pablo Jericó, Puente Grande, Charco Urbano y El Charco.

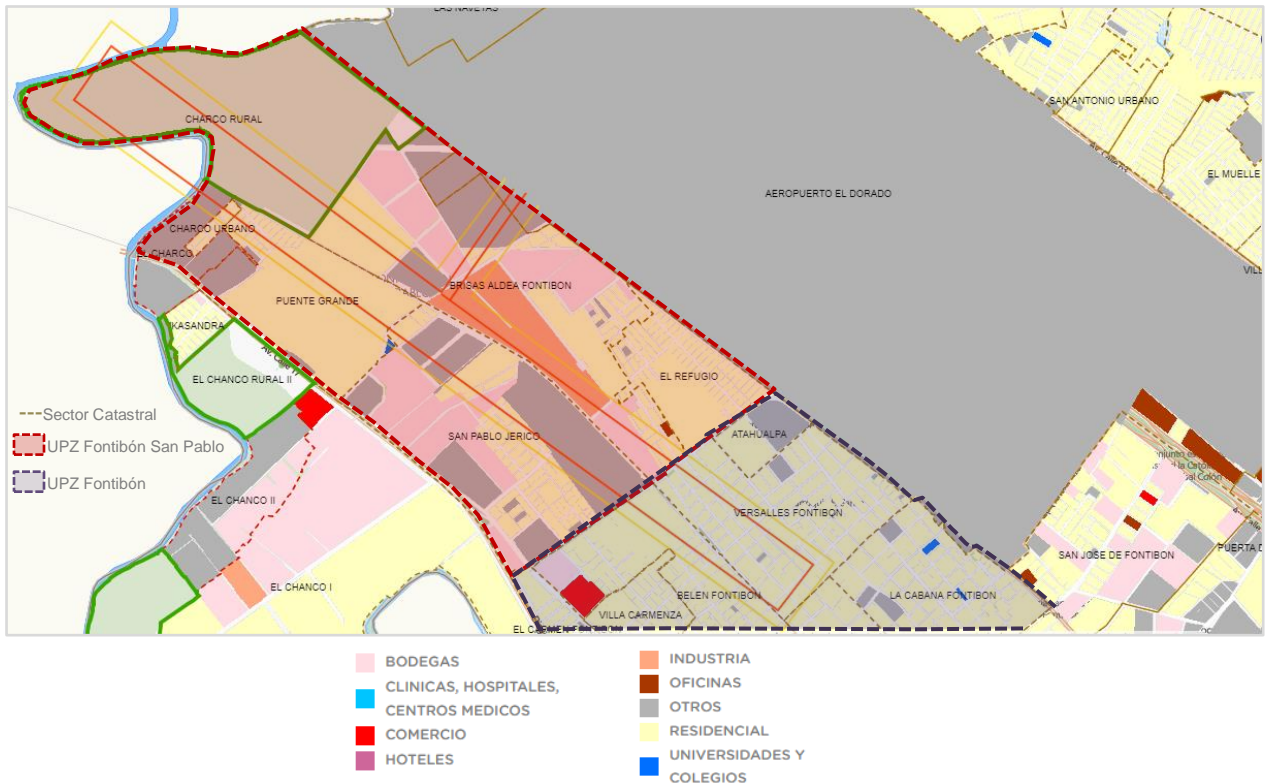


Figura 20. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 - Localidad de Fontibón
Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, UAECD (2020). Mapas Bogotá.

Dentro del polígono para la pista propuesta, hay afectación de una manzana y un predio del barrio Charco Rural, 52 manzanas con aproximadamente 498 predios del barrio Brisas Aldea Fontibón; 72 manzanas con cerca de 1062 predios del barrio El Refugio; 2 manzanas con 2 predios del barrio Atahualpa. De las 85 manzanas, afecta aproximadamente 32, con 321 predios del barrio Versalles Fontibón; de las 32 manzanas del barrio Villa Carmenza afectaría 1 con 29 predios aproximadamente; 66 manzanas con 1910 predios del barrio Belén Fontibón; de las 59 manzanas afectaría aproximadamente 43, con 1386 predios del barrio San Pablo Jericó; 24 manzanas con unos 582 predios del barrio Puente Grande; 10 manzanas con aproximadamente 193 predios del barrio Charco Urbano, y cerca de 3 manzanas del barrio El Charco.

La figura 20 muestra que el área a impactar con esta propuesta es de 50,67 hectáreas que corresponden a áreas de desarrollo denso, lo que implicaría la expropiación de una

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

gran cantidad de predios, muchos utilizados para actividades de comercio, donde se pueden encontrar bodegas, farmacias, parques industriales, salas de belleza, supermercados, cafeterías, hoteles, panaderías, restaurantes, entre otros. Además, afectaría la Avenida Ferrocarril de Occidente, que equivale a una vía principal de Bogotá.

La pista propuesta aquí ocuparía 46.41 ha de suelo de escaso desarrollo; área dentro de la cual está situado el río Bogotá. Si se optara por esta alternativa habría que intervenir el cauce del río, lo que implicaría costos más altos debido a que se tendrían que buscar alternativas para desviarlo.

Con una nueva pista en este sector, el ruido se incrementaría para los habitantes que residen en la localidad de Fontibón generando consecuencias negativas en su salud. Actualmente, la pista sur del aeropuerto presenta restricciones en ciertos horarios nocturnos y en algunas aeronaves que operan en ella como consecuencia del ruido que éstas generan.

Aunque la alternativa es viable porque cumple los requisitos de distancias mínimas entre pistas paralelas independientes, hay que evaluar las medidas que se deben tomar para reducir las afectaciones causadas a los habitantes del área de influencia; se hace necesario medir los costos económicos que conlleva la implementación de mecanismos y tecnologías para disminuir el impacto del ruido que causan las operaciones del aeropuerto y las acciones pertinentes para no tener conflictos con las respectivas comunidades. Entonces, desde el punto de vista de uso del suelo la propuesta es inviable por la alta densidad de suelo urbano residencial.

El otro aspecto desfavorable para esta alternativa es que habría necesidad de intervenir el río Bogotá, evento que causaría grandes complicaciones ambientales, y quizás habría que incurrir en altos costos económicos y de seguridad para el mismo aeropuerto.

8.1.4. Alternativa 4

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

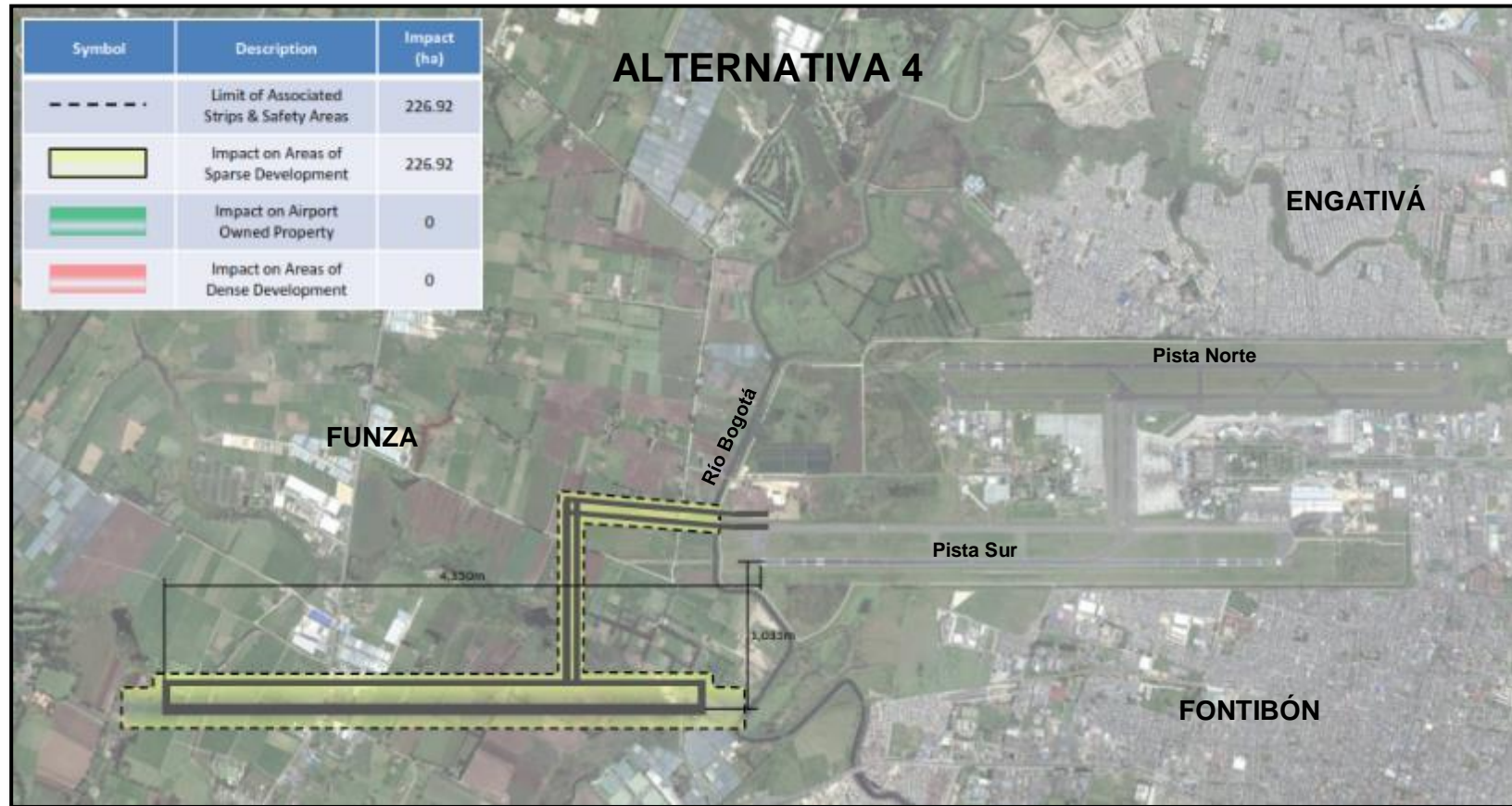
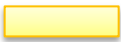




Figura 21. Alternativa 4 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	226.92
	Impacto en áreas de escaso desarrollo	226.92
	Impacto en la propiedad del aeropuerto	0
	Impacto en áreas de desarrollo denso	0

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Esta alternativa propone la construcción de una pista al costado suroccidente de la actual pista sur del Aeropuerto El Dorado, cuya ubicación estaría totalmente sobre terrenos del Municipio de Funza, específicamente sobre las veredas El Hato y el Cacique, ocupando aproximadamente 226.92 hectáreas de suelo rural. El uso del suelo en estos terrenos es considerado rural agropecuario, dedicado a la producción de especies como el ganado de leche, aves, porcinos, conejos, equinos, etc. Además, en la vereda el Hato se cultivan variados productos como papa, repollo, lechuga, zanahoria y maíz, entre otros, que son comercializados en la plaza Corabastos, y en menor cantidad en la plaza de mercado de Funza y Facatativá.

Al igual que la alternativa 2, esta propuesta generaría impactos importantes sobre la población del municipio de Funza, pero afectaría solamente áreas de escaso desarrollo perfectamente adaptables y manejables. Prácticamente toda el área está en suelo rural, y sería más fácil implementar las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental y social. En lo económico no se tienen datos del valor de la tierra en este sector, pero se considera que es menos oneroso que el suelo urbano.

Teniendo en cuenta el Reglamento de la Aeronáutica Civil, anexo 14, esta propuesta es perfectamente viable porque cumple con las distancias mínimas entre pistas paralelas independientes, 1.035 metros.

El único inconveniente que se observa es que para conectar por tierra la nueva pista con el aeropuerto actual, se debe hacer por medio de calles de rodaje, con el fin de que las aeronaves lleguen a su puesto de posición (plataforma), y para esto habría que pasar sobre el río Bogotá, generando complicaciones en el aspecto ambiental, costos mayores debido a obras de ingeniería, y problemas de inseguridad para el aeropuerto debido a la entrada de personas extrañas por este sector.

8.1.5. Alternativa 5

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

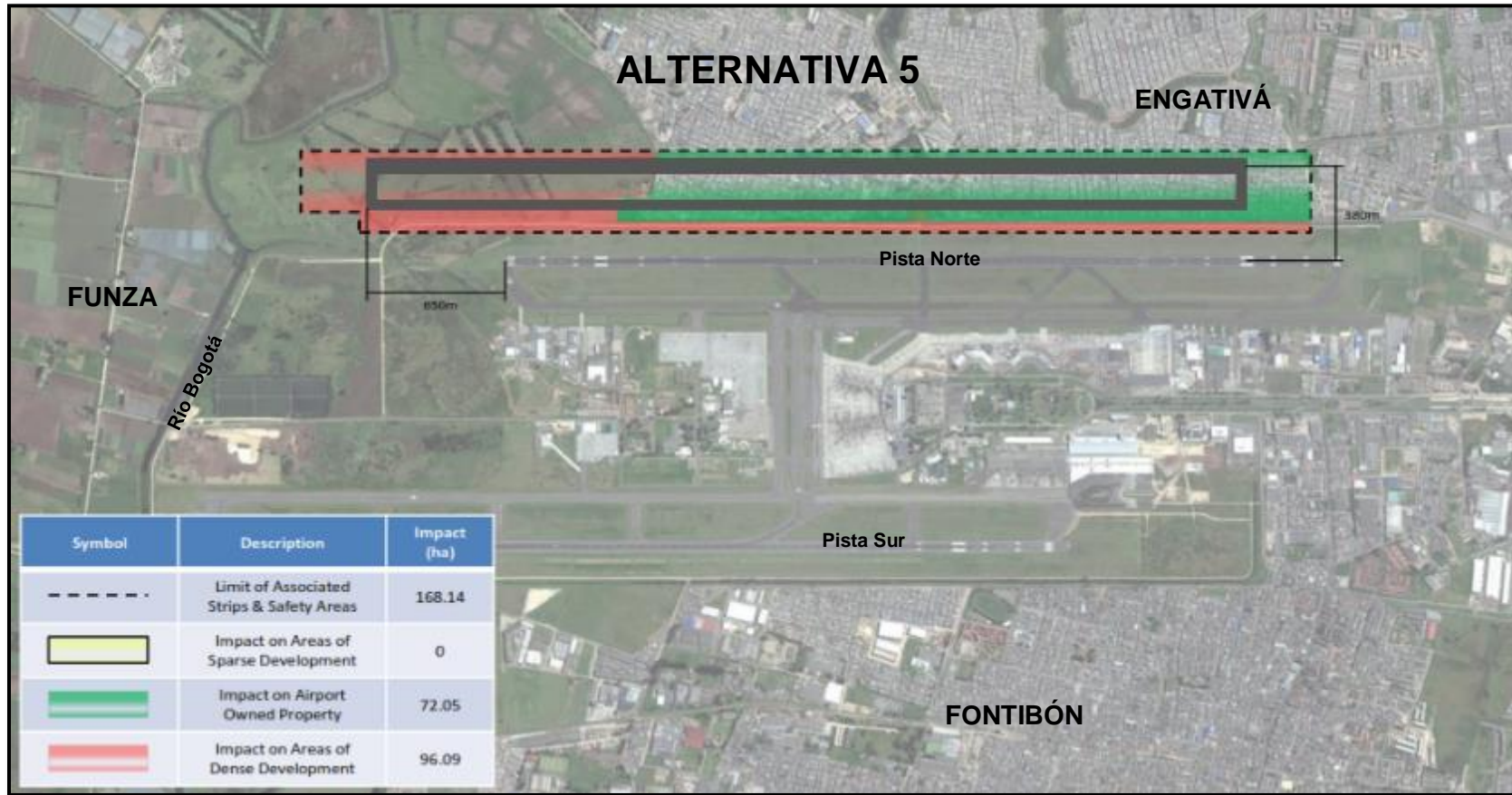


Figura 22. Alternativa 5 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	168.14
Yellow box	Impacto en áreas de escaso desarrollo	0
Green box	Impacto en la propiedad del aeropuerto	72.05
Red box	Impacto en áreas de desarrollo denso	96.09

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

La alternativa número 5 propone la construcción de una tercera pista al costado norte de la actual pista norte del Aeropuerto El Dorado, y quedaría sobre la localidad de Engativá específicamente sobre la UPZ Engativá, afectando los barrios Villa del Mar, El Muelle, San Antonio Engativá, San Antonio Urbano, Marandu, Villa Gladys y Sabana del Dorado.

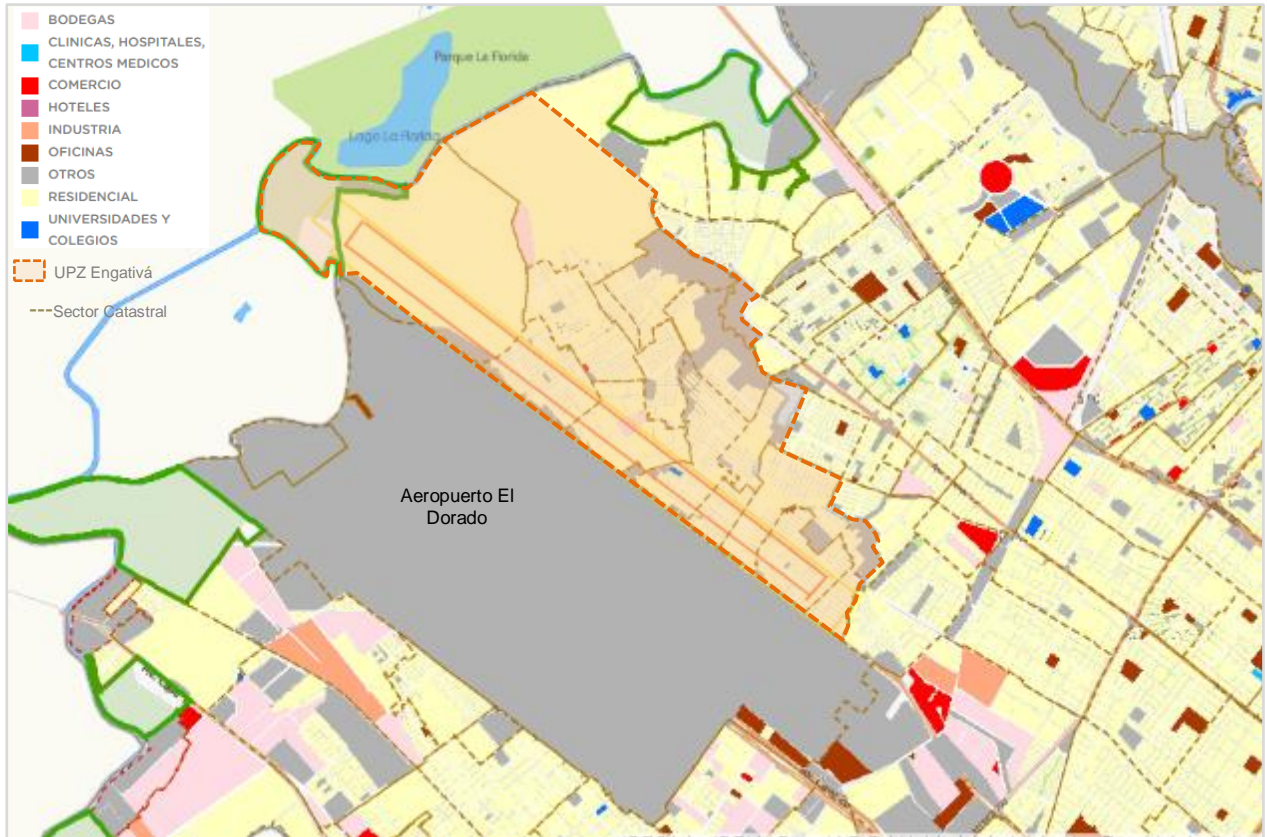


Figura 23. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 - Localidad de Engativá
Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital [UAECD]. (2020). Mapas Bogotá.

La figura 23 muestra que el uso de suelo predominante en esta localidad es el residencial, seguido del comercial con: restaurantes, supermercados, peluquerías, bodegas y bares, entre otros; dotacionales: parques, iglesias, canchas deportivas, colegios. Con la construcción de una nueva pista sobre este sector se estarían afectando aproximadamente 30 manzanas de las 75 que tiene el barrio Villa del Mar; 47 manzanas de las 83 que conforman el barrio el Muelle; 22 de las 76 manzanas del barrio San Antonio Engativá; 37 manzanas del barrio San Antonio Urbano, aproximadamente 26 manzanas de las 88 con las que cuenta el barrio Marandu; 18 manzanas del barrio Villa Gladys, y aproximadamente 98 manzanas del barrio Sabana del Dorado.

De acuerdo con la propuesta planteada en la alternativa número 5, se abarcarían aproximadamente 96,09 hectáreas de suelo residencial en la localidad de Engativá, área de desarrollo denso, que, de convertirse en realidad, implicaría la expropiación de gran cantidad de predios. Sumado a ello, es una alternativa que no puede ser viable porque la

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

pista propuesta no cumple con las distancias mínimas requeridas por el reglamento aeronáutico civil (RAC14), 1035 metros de distancia entre pistas paralelas independientes. La distancia que la separaría de la pista norte es de apenas 380 metros, totalmente anti técnico y antirreglamentario.

Además, con una nueva pista en este sector, el ruido se incrementaría para los habitantes que residen en la localidad de Engativá generando graves consecuencias en su salud y profundizando los conflictos entre la comunidad y el operador del aeropuerto.

8.1.6. Alternativa 6

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

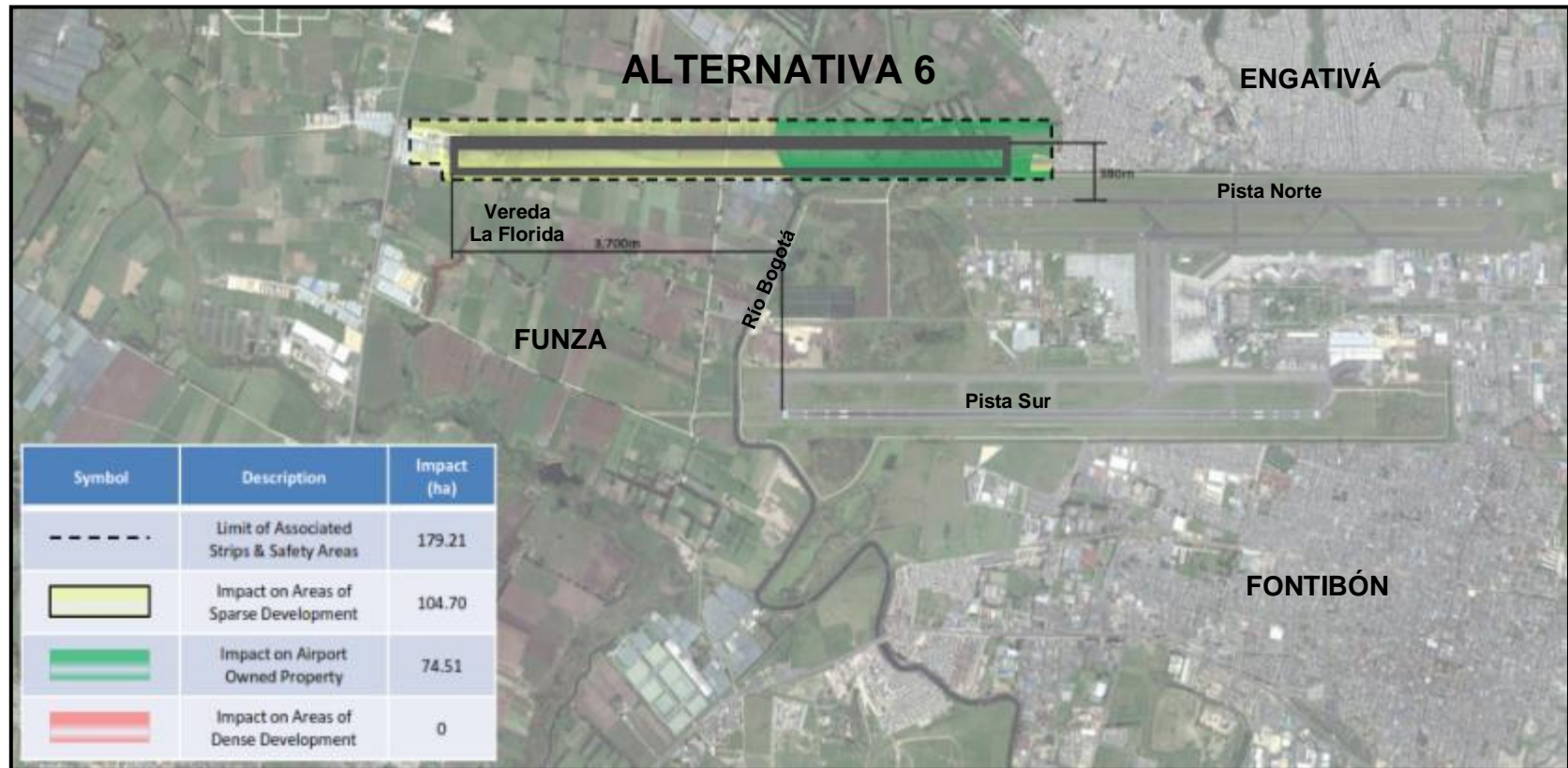


Figura 24. Alternativa 6 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	179.21
Yellow box	Impacto en áreas de escaso desarrollo	104.70
Green box	Impacto en la propiedad del aeropuerto	74.51
Red box	Impacto en áreas de desarrollo denso	0

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Para la alternativa 6 se propone una pista localizada hacia el costado noroccidente de la actual pista norte del Aeropuerto El Dorado. Quedaría sobre terrenos de la Aeronáutica Civil, ocupando aproximadamente 74.51 hectáreas y la mayor parte de la pista estaría sobre terrenos del municipio de Funza, con aproximadamente 104.70 hectáreas.

El terreno que abarcaría del municipio de Funza corresponde a suelo rural agropecuario, de la vereda la Florida, zona dedicada a la explotación de bovinos para la producción de leche, equinos, aves, porcinos, entre otros, y se cultiva papa, maíz, lechuga, repollo, zanahoria y arveja.

Esta alternativa no afecta usos de suelo residencial, pues el área de denso desarrollo es cero, 0; la mayor parte estaría sobre suelo rural, 104.70 hectáreas, equivalentes a áreas de escaso desarrollo, y abarcaría 74.51 hectáreas de la Aerocivil, motivo por el cual, desde el punto de vista del uso del suelo es viable, pero tiene el inconveniente que no cumple con las distancias mínimas establecidas para pistas paralelas en el RAC, porque apenas tiene 380 metros que la separan de la pista norte, situación antirreglamentaria que la hace inviable.

Otro inconveniente de esta alternativa es que una parte de ella quedaría ubicada sobre el río Bogotá, evento que requeriría su desviación y/o la construcción de obras de adecuación que generarían un impacto ambiental no medible en estos momentos.

8.1.7. Alternativa 7

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

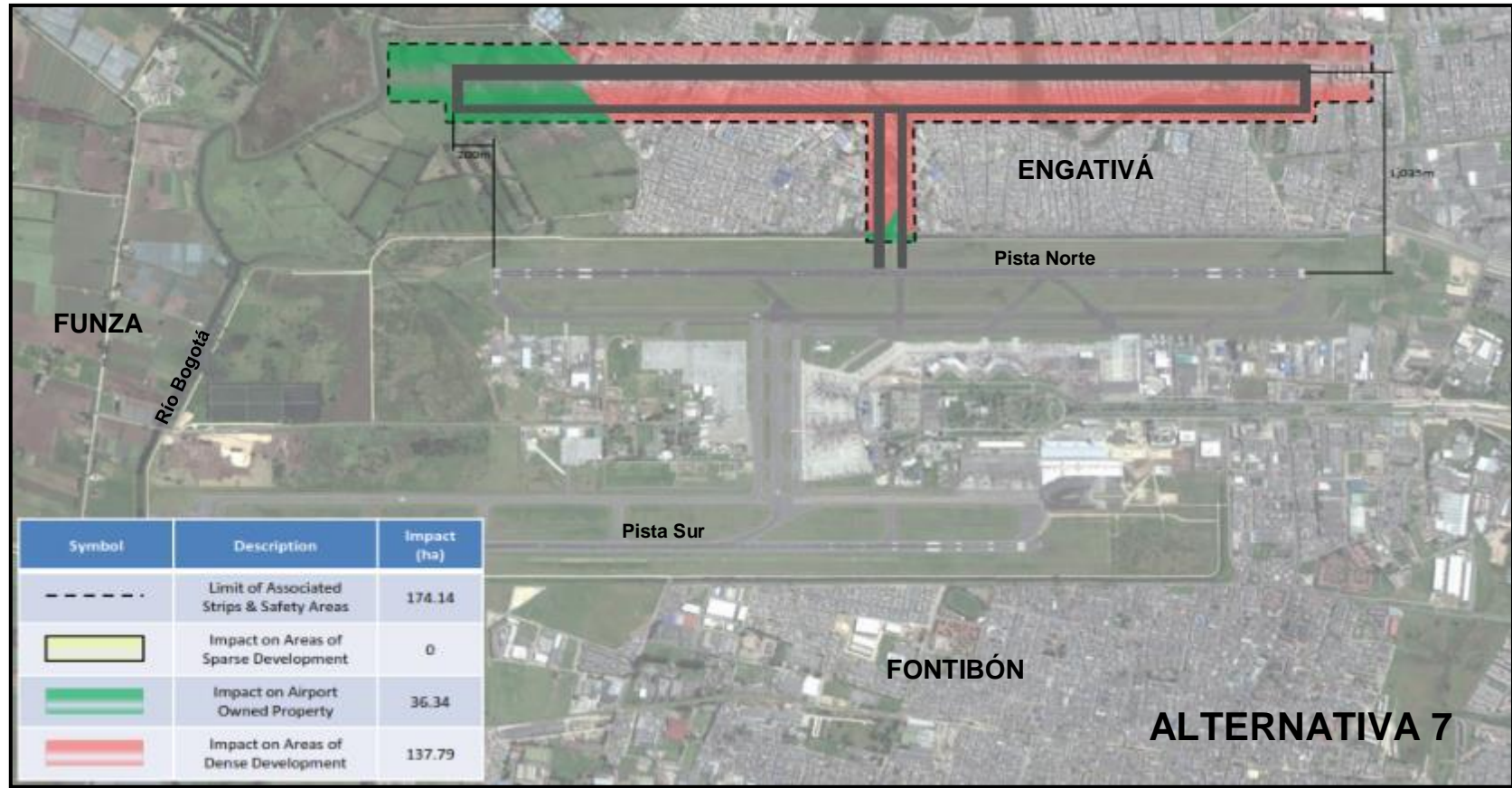


Figura 25. Alternativa 7 - construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	174.14
Yellow box	Impacto en áreas de escaso desarrollo	0
Green box	Impacto en la propiedad del aeropuerto	36.34
Red box	Impacto en áreas de desarrollo denso	137.79

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Para esta alternativa se propone una pista localizada en el costado noroccidental de la actual pista norte del Aeropuerto El Dorado, que intervendría terrenos de la Aeronáutica Civil, ocupando aproximadamente 36.34 hectáreas.

La pista propuesta con esta alternativa intervendría las UPZ Engativá y Garcés Navas de la localidad de Engativá, afectando un área aproximada de 137.79 hectáreas de desarrollo denso, con predominio de uso del suelo residencial, seguido de comercial, industrial y dotacional con colegios y parques, entre otros. La pista afectaría los siguientes barrios, con el número de manzanas que los componen:

- Los Ángeles: con 43 manzanas
- Santa Mónica: con 6 manzanas
- Villa del Mar: con 77 manzanas
- El Muelle: con 87 manzanas
- San Antonio Engativá: con 76 manzanas más parte del humedal Jaboque
- San Antonio Urbano: con 32 manzanas
- Marandu: con 88 manzanas más parte del humedal Jaboque
- Bolivia: con 84 manzanas más parte del humedal Jaboque
- La Riviera: con 46 manzanas más parte del humedal Jaboque
- Villa Gladys: con 18 manzanas
- Villa Amalia: con 76 manzanas
- Villa Sagrario: con 15 manzanas
- Centro Engativá II: con 56 manzanas
- Sabana del Dorado: con 98 manzanas
- Engativá Zona Urbana: con 68 manzanas
- La Faena: con 45 manzanas más parte del humedal Jaboque
- El Gaco: con 36 manzanas más parte del humedal Jaboque
- El Cedro: Zona verde (perteneciente a la Aerocivil)

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

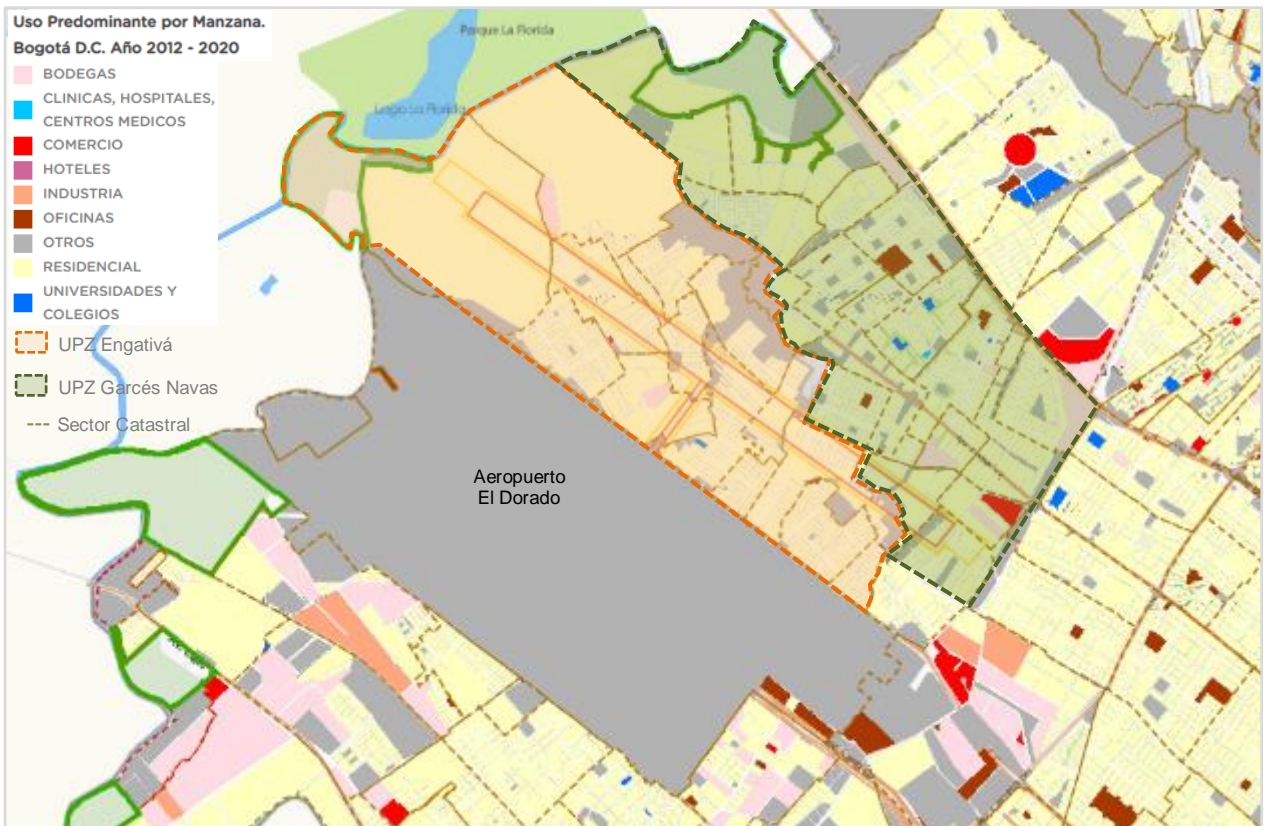


Figura 26. División catastral y uso predominante de Bogotá por manzana 2020 – UPZ Engativá y Garcés Navas

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital [UAECD]. (2020). *Mapas Bogotá*.

En la figura 26 se puede observar que el tipo de uso del suelo que predomina en estas UPZ es el residencial, seguido del comercial, oficinas y el de universidades y colegios, con predios utilizados para actividades comerciales como bodegas, restaurantes, colegios, farmacias, tiendas, panaderías, cafeterías, parques, gimnasios, entre otros.

La mayor parte de la pista, 137.79 hectáreas quedarían sobre suelo urbano, en su mayoría residencial, situación que agudizaría profundamente el impacto por ruido sobre la población del área de influencia e incrementaría sus problemas de salud y psicológicos, al tiempo que se deteriorarían las relaciones de la comunidad con el aeropuerto.

En conclusión, la construcción de una tercera pista en este sector es inviable desde el punto de vista del uso del suelo porque abarcaría un área muy grande de desarrollo denso donde predomina el uso residencial, con el que resultaría muy onerosa la adquisición de una cantidad muy alta de predios.

8.1.8 Alternativa 8

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

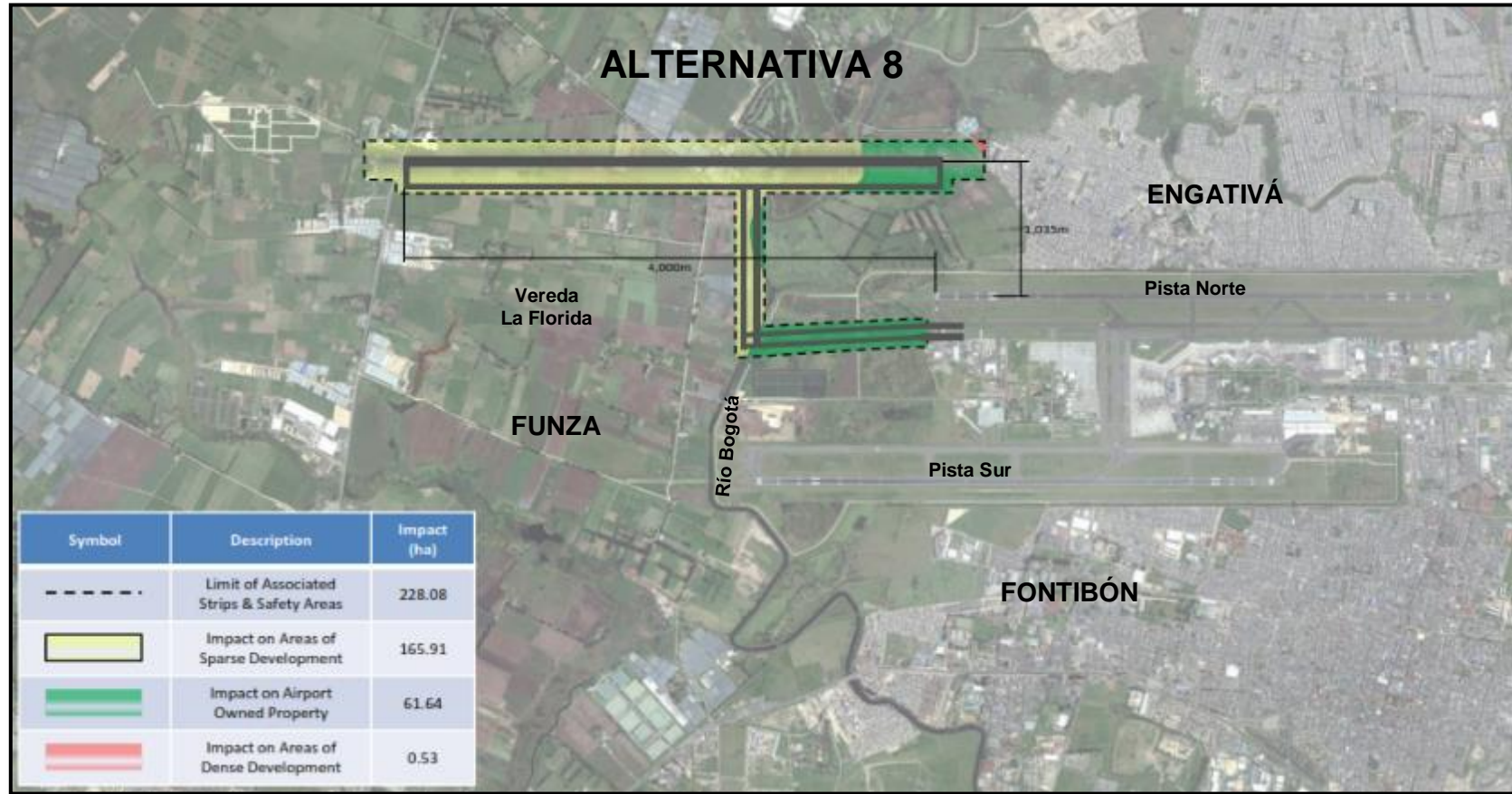


Figura 27. Alternativa 8 – construcción de una tercera pista

Fuente: Aerocivil (2014). Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado. Aeronáutica Civil de Colombia.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO (Ha)
-----	Límite de franjas asociadas y áreas de seguridad	228.08
Yellow box	Impacto en áreas de escaso desarrollo	165.91
Green box	Impacto en la propiedad del aeropuerto	61.64
Red box	Impacto en áreas de desarrollo denso	0.53

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Esta propuesta sugiere una pista ubicada al noroccidente de la actual pista norte del Aeropuerto El Dorado, ocupando gran parte de terrenos del municipio de Funza, puntualmente sobre la vereda la Florida, en un área de 165.91 hectáreas. El uso de suelo es el rural, donde se ejercen actividades pecuarias con la explotación de bovinos en la producción de leche, porcinos, equinos y aves, entre otros. En la actividad agrícola, se destacan los cultivos de papa, maíz y hortalizas como lechuga, repollo, zanahoria y arveja. Hay muchas vías sin pavimentar, algunas en regular estado. Gran parte de las fincas tienen buenas posibilidades de mecanización. La comercialización de los productos agrícolas se realiza en la plaza mayorista de Corabastos y en menor proporción en las plazas de mercado de Funza y Facatativá.

Con esta alternativa se afecta un área pequeña de la localidad de Engativá, 0.53 hectáreas aproximadamente de denso desarrollo con predominio de uso de suelo residencial.

La alternativa cumple con la distancia mínima requerida entre pistas paralelas independientes, 1.035 metros; tiene un área pequeña de denso desarrollo, 0,53 hectáreas; y una amplia zona de suelo rural; variables que la hacen viable desde el punto de vista del uso del suelo, pero tiene el inconveniente de que quedaría ubicada en inmediaciones del río Bogotá, situación que la haría inviable debido al impacto ambiental que se generaría con su construcción.

8.2. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TERCERA PISTA DEL AEROPUERTO, DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL IMPACTO EN EL USO DE SUELO.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las diferentes alternativas propuestas para la construcción de una tercera pista:

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

Tabla 21. Comparación de las ocho alternativas

No. Alternativa	UBICACIÓN	CANT. URBANA	CANT. RURAL	CANT. AEROCIVIL	EVALUACIÓN	DIST. ENTRE PISTA ACTUAL Y LA PROYECTADA	DIST. MIN. REQUERIDA RAC, 1035m	
							CUMPLE	NO CUMPLE
1	Costado Sur-Localidad Fontibón	50,67 Ha	37,99 Ha	49,44 Ha	Esta alternativa se considera no viable ya que afectaría una zona extensa de desarrollo denso y no cumple con los requisitos de distancias mínimas establecidas en el RAC, anexo 14	380 m		X
2	Costado Suroccidente – Entre Bogotá y Funza	0 Ha	131,40 Ha	46,16 Ha	De acuerdo con el uso del suelo es viable porque carece de áreas de desarrollo denso, y aunque afectaría un territorio considerable en el Municipio de Funza, este es rural, donde es posible manejar los efectos causados por la nueva pista; pero con respecto a especificaciones del RAC-14 no sería viable ya que no cuenta con la distancia mínima requerida entre pistas paralelas.	380 m		X
3	Costado Sur-Localidad Fontibón	50,67 Ha	46,41 Ha	14,07 Ha	Alternativa no viable, puesto que afectaría una zona considerable de desarrollo denso, cuyo desarrollo corresponde a uso de suelo residencial.	1035 m	X	
4	Costado Suroccidente – Municipio de Funza	0 Ha	226,92 Ha	0 Ha	Desde el punto de vista de uso del suelo esta alternativa es viable porque no afectaría áreas de desarrollo denso ya que estaría totalmente ubicada sobre suelo rural de Funza, situación que puede ser manejable. Cumple con requisitos del RAC, anexo 14	1035 m	X	
No. Alternativa	UBICACIÓN	CANT. URBANA	CANT. RURAL	CANT. AEROCIVIL	EVALUACIÓN	DIST. PISTA PROYECTADA	DIST. MIN. REQUERIDA RAC, 1035m	
							CUMPLE	NO CUMPLE
5	Costado Norte – Localidad Engativá	96,09 Ha	0 Ha	72,05 Ha	Alternativa inviable si se tiene en cuenta el uso del suelo, ya que afectaría gran área de desarrollo denso, el cual, en su mayor parte pertenece a uso de suelo residencial. No cumple requisitos de distancias mínimas entre pistas paralelas independientes.	380 m		X
6	Costado Noroccidente – Entre Bogotá y Funza	0 Ha	104,70 Ha	74,51 Ha	Con base en el uso del suelo esta alternativa es viable porque no afectaría áreas de desarrollo denso, sino solo área rural de Funza, lo cual, la hace adaptable. No cumple con distancias mínimas entre pistas paralelas.	380 m		X
7	Costado Noroccidente – Localidad Engativá	137,79 Ha	0 Ha	36,34 Ha	Teniendo en cuenta el uso del suelo esta alternativa no se considera viable ya que es la alternativa que afectaría mayor área de desarrollo denso 137,79Ha que según su uso de suelo es residencial, comercial, entre otros.	1035 m	X	
8	Costado Noroccidente – Entre	0,53 Ha	165,91 Ha	61,64 Ha	En cuanto a uso de suelo, esta alternativa se considera viable puesto que el área a afectar de desarrollo denso es muy	1035 m	X	

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

	Bogotá y Funza				pequeña y puede ser manejada con diferentes medidas para no impactar significativamente a los habitantes de Engativá. Por otra parte, la pista estaría ubicada sobre suelo rural de Funza, lo cual permite mayor facilidad para la construcción de una pista. Cumple con requisitos RAC, anexo 14, pero obligaría a intervenir el río Bogotá, evento que generaría un impacto ambiental que aún no se ha estudiado.			
--	----------------	--	--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Con los conceptos emitidos en la tabla anterior se puede concluir que las alternativas 1, 2, 5 y 6 no son viables porque no cumplen con las distancias mínimas requeridas por el reglamento de la aeronáutica civil, anexo 14, motivo por el cual se descartan, pero la 2 y 6, desde el punto de vista del uso de suelo sí son viables. Las alternativas 3, 4, 7 y 8 cumplen con las distancias mínimas requeridas, pero las 3, 7 y 8 tienen un inconveniente muy relevante que es impactar al río Bogotá. Se haría necesaria una nueva intervención del río, lo que implicaría todos los estudios pertinentes para su realización: legales, económicos, ambientales y sociales, entre otros. La única alternativa aparentemente viable sería la número 4, porque cumple con la distancia mínima requerida entre pistas paralelas independientes exigidas por el RAC, anexo 14; no hay que adquirir predios urbanos y no existen obstáculos representativos frente a la pista que obstaculicen las operaciones aéreas; pero para la operación de la nueva pista, se requieren calles de rodaje, salidas rápidas, zonas verdes, jarillones, entre otras obras, que harían necesario utilizar el área de influencia del río Bogotá, adecuaciones que implican la construcción de obras civiles, puentes, que garanticen su funcionalidad.

Por temas de seguridad no es recomendable construir infraestructuras sobre el río, ya que es muy difícil controlar el acceso de personas extrañas por debajo de las mismas, situación que convertiría en inviable la alternativa, pero si se planifican e implementan todas las medidas necesarias para evitar la presencia de intrusos, se puede decidir por la alternativa 4, que, superado este obstáculo, es la integralmente viable.

9. CONCLUSIONES

- Es inexplicable que existan áreas residenciales cercanas al aeropuerto si hay normas claras que establecen estas restricciones. El Decreto Distrital 767 de 1999, define dentro del área de influencia aeroportuaria uso de suelo industrial y comercial, y prohíbe el uso de suelo residencial.
- Con base en el número de operaciones históricas y proyectadas hasta el año 2041, se deduce que el aeropuerto El Dorado ya debería disponer de una tercera pista de despegue y aterrizaje, con el fin de cubrir cabalmente la demanda de tráfico aéreo del aeropuerto, ya que actualmente en horas pico se tienen demoras, debido a la falta de capacidad instalada de infraestructura en calles de rodaje y en sus pistas, afectando el crecimiento del aeropuerto.
- A partir de los requerimientos de distancias entre pistas, el área actual del aeropuerto no puede contener una pista adicional, por lo tanto, es necesario salirse del área y comprometer unidades de vivienda en los sectores de Engativá y Fontibón, afectando varias zonas de desarrollo denso caracterizado por uso de suelo residencial, donde se afecta un alto número de habitantes. Por lo tanto, son alternativas inviables teniendo en cuenta el uso del suelo y aspectos ambientales como el ruido ocasionado por las aeronaves, generando afectaciones a la población que reside a los alrededores del aeropuerto.
- La construcción de una tercera pista en inmediaciones de las localidades de Engativá y Fontibón requeriría la adquisición de una cantidad enorme de predios con uso residencial, que significarían un costo social y económico muy alto y podría agudizar los conflictos entre la comunidad y el operador del aeropuerto, motivo por el cual, desde el punto de vista del uso del suelo, las alternativas 1, 3, 5, y 7 no son viables y se desaconseja su construcción.
- Realizado el inventario de los bienes inmuebles aledaños al aeropuerto El Dorado, se puede concluir que no hay espacio disponible para la construcción de una tercera pista porque las localidades de Engativá y Fontibón han crecido desmedida y aceleradamente cercanando al aeropuerto en tres de sus cuatro caras: norte, sur y oriente, situación que dificulta su ampliación y su plena operación las 24 horas del día.
- Desde el punto de vista del uso del suelo se puede concluir que de las 8 alternativas presentadas para la construcción de una tercera pista en el aeropuerto El Dorado de Bogotá, la alternativa 4, sería la única viable, sin presentar complicaciones determinantes.
- Teniendo en cuenta que en el proyecto de investigación se ha mencionado la urgencia de una tercera pista en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá para el año 2021, es importante aclarar que la construcción de la misma para este año ha dejado de ser

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

urgente debido al tema de la pandemia que el país viene afrontando desde marzo del año 2020; sin embargo, cuando la economía se reactive y todo vuelva a la normalidad, surgirá nuevamente la urgencia de una nueva pista que ayude a solucionar las deficiencias en las operaciones aeroportuarias.

- La Aerocivil actualmente está trabajando en una nueva actualización del plan maestro del Aeropuerto El Dorado, programada para que sea perfeccionada y socializada a finales del 2021 o principios del 2022. Se debe esperar hasta entonces para saber cuáles son las nuevas propuestas del consultor sobre la necesidad de ampliación del aeropuerto, en especial sobre la tercera pista.
- Aunque el presente trabajo de investigación no abordó obras de infraestructura vial, sí incorporó un tema que es muy conexo con muchas obras civiles que involucran diseño y construcción de infraestructura vial porque la construcción de una pista para despegue y aterrizaje de aviones implica la construcción de calles de rodaje, plataformas y vías de acceso a hangares, obras que en su conjunto deben tener muy en cuenta el uso del suelo planificado y reglamentado por la autoridad local, distrital y territorial. Por ello, esta maestría aportó elementos importantes que fueron útiles para desarrollar el presente trabajo de grado principalmente en la parte normativa y complementaria de factores inherentes a las obras de infraestructura vial, como lo es el uso del suelo.

10. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

De los resultados de este proyecto de maestría se espera poder definir futuras líneas de investigación, como, por ejemplo, en gestión y uso del suelo, desarrollo urbano, movilidad, gestión ambiental en el entorno aeroportuario, además de los propios al desarrollo aeroportuario: operaciones, desarrollo de tráfico, desarrollos en el "lado aire" y "lado tierra", gestión aeroportuaria, planificación aeroportuaria, etc.

Igualmente, se recomienda realizar investigaciones que complementen el presente trabajo, en las siguientes temáticas, en relación a la construcción de una tercera pista en El Dorado:

- ✓ Impacto ambiental que generaría la construcción de una nueva pista.
- ✓ Impacto social en las comunidades que residen a los alrededores del aeropuerto.
- ✓ Impacto económico en la zona de influencia.
- ✓ Impacto en el desarrollo urbano futuro.
- ✓ Impacto en el sistema de acceso multimodal al aeropuerto.

Buscar la forma de recopilar información sobre el valor comercial de todos los predios aledaños a la zona de influencia de la nueva pista para poder calcular los costos económicos por la adquisición de predios.

Investigar sobre la viabilidad ambiental que pueda existir para intervenir el río Bogotá en las obras que se requieran para la construcción de una tercera pista.

Se recomienda optar por la ejecución de la alternativa 4 porque es plenamente viable desde el punto de vista de uso del suelo, pues no afecta áreas de desarrollo denso, ya que la totalidad de la pista se ubica sobre áreas de escaso desarrollo, y cumple con los requisitos del Reglamento de la Aeronáutica Civil, anexo 14, que establece unas distancias mínimas, 1.035 metros, que deben existir entre pistas paralelas independientes.

BIBLIOGRAFÍA

Airports Council International. (2009). *Policies and recommended practices handbook*. Canadá: Seventh Edition.

Aeronáutica Civil. (2009). *El uso de suelos en áreas aledañas a aeropuertos*.
<https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/Normatividad%20Peligro%20Aviario/Gu%C3%ADa%20uso%20de%20suelos%20en%20%C3%A1reas%20aleda%C3%B1as%20a%20aeropuertos.pdf>

Aeronáutica Civil. (2014). *Actualización del plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado*.
<https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/Conseccionados/El%20Dorado%20Executive%20Summary%20Jan%202014.pdf>

Aeronáutica Civil. (2016). *Análisis técnico de la viabilidad operacional y elaboración del plan maestro aeroportuario para el proyecto de infraestructura el Dorado*.
<https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/Documents/Resumen%20ejecutivo%20y%20Resoluci%C3%B3n%2002235%20aprobaci%C3%B3n%20Dorado%20II.pdf>

Aeronáutica Civil. (2020). *Estadísticas de las actividades Aeronáuticas*.
<http://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas>

Airport Cooperative Research Program. (2009). *Compilation of noise programs in areas outside DNL 65*. The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2009, 112.

Airport Cooperative Research Program. (2010). *Echanning airport land use compatibility, volumen 1: land use fundamentals and implementation resources*. The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2010, 299.

Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca. (2018a, 21 de mayo). *Cartografía Municipal*.
<http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/cartografia-municipal>

Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca. (2018b, 15 de mayo). *Nuestro Municipio*.
<http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Ale, B. y Piers, M. (2000). The assessment and management of third party risk around a major airport. *Journal of hazardous materials*, 71(1), 1-16. [https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/S0304-3894\(99\)00069-2](https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/S0304-3894(99)00069-2)

Allan, J. R. (2000). The costs of bird strikes and bird strike prevention. *Digital Commons @ University of Nebraska-Lincoln*, 147-153

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

- Australian Government. (4 de febrero de 2021). *National airports safeguarding framework*. https://www.infrastructure.gov.au/aviation/environmental/airport_safeguarding/nasf/index.aspx
- Berglund, B. y Lindvall, T. (1995). *Community noise*. <http://www.nonoise.org/library/whonoise/whonoise.htm#11.1.1>
- Boeing Commercial Airplanes. (2016). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents*. http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf
- Buxtona, M. y Chandu, A. (2017). *Cuando el crecimiento choca: conflicto entre urbano y crecimiento del Aeropuerto de Melbourne, Australia*. Planificador Australiano, 12.
- Blckwell, B., DeVault, T., Fernández Juricic, E. y Dolbeer, R. (2009). Wildlife collisions with aircraft: A missing component of land-use planning for airports. *Landscape and urban planning*, 93(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.005>
- Caldeira da Silva, B. A., Sobreiro Santos, G. y Arantes Gomes, R. (2020). Política de uso del suelo en las cercanías de los aeropuertos: análisis y lecciones aprendidas de la situación Brasileña. *Land use policy*, (90), 104314. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104314>
- Civil Aviation Directorate (2013). *Land use in the vicinity of aerodromes*. Transport Canada. <https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/tp1247e.pdf>
- Decreto 584 de 1972 [Ministerio del aire BOE-A-1972-426]. Servidumbres aeronáuticas. 17 de mayo de 2013.
- Decreto 190 de 2004 [Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.]. Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003. 22 de junio de 2004.
- Díaz Olariaga, O. (2016). Análisis del desarrollo reciente del transporte aéreo en Colombia. *Revista transporte y territorio*, (14), 122-143.
- Díaz Olariaga, O. (2017). Políticas de privatización de aeropuertos. El caso de Colombia. *Documentos y aportes en administración pública y gestión estatal*, 29(17), 7-35.
- Díaz Olariaga, O., Gavilán, A. y Ortíz, C. (2018b). *Accesibilidad vial al aeropuerto. El caso del Aeropuerto de Bogotá-El Dorado*. XX Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística, 26-28 septiembre 2018, Medellín (Colombia). <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/86503/63891>

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

- Federal Aviation Administration. (1983). *Noise control and compatibility planning for airports*. U.S Department of Transportation.
- Federal Aviation Administration. (1998). *Land use compatibility and airports*. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/noise_emissions/planning_toolkit/media/iii.b.pdf
- Federal Aviation Administration. (05 de septiembre de 2014). *Aviation environmental design tool (AEDT)*. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/aedt/
- Federal Aviation Administration. (2006). *Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States 1990-2015*. U.S. Department of agriculture animal and plant health inspection service, wildlife services.
- Federal Aviation Administration. (2007). *Hazardous wildlife attractants on or near airports*. Advisory circular 150/5200-33B. U.S Department of transportation.
- Feyyaz Hamamci, S., Ozgur Dogru, A., Sari, D., Ozkurt, N. y Zafer Seker, D. (2017). Determining characteristics of lands affected by noise pollution of airports. *Fresenius environmental bulletin*, 26(1), 69-74.
- Ganic, E., Netjasov, F. y Babic, O. (2015). Analysis of noise abatement measures on European airports. *Applied Acoustics*, (92), 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.01.010>
- Gayle, H., Roy V., R., & Annie L., B. (2010). Wildlife management practices at western Canadian airports. *Journal of Air Transport Management*, 16(4), 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2009.11.003>
- Harold M, G. (1954). The Doolittle commission of 1954. *Inteligencia y seguridad nacional*, 20.
- Harrison, M. J. (1976). *Land useLand use planning for control of birds near airports*. Air Force Civil Engineering Center, Tyndall AFB, Florida.
- International Civil Aviation Organization. (2015). *European guidance material on managing building restricted areas*. Prepared by the European and North Atlantic office of ICAO.
- Irish Aviation Authority. (2014). *Land use planning and offshore development. Annual review of public health*.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

- Janic, M. (2016). Analyzing, modeling, and assessing the performances of land use by airports. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(8), 683-702. <https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1104566>
- Játiva Casanova, E. M. (30 de Noviembre de 2009). *Predicción del ruido de aeronaves*. Valencia.
- Kiani Sadr, M., Nassiri, P., Hosseini, M., Monavari, M. y Gharagozlou, A. (2014). Assessment of land use compatibility and noise pollution at Imam Khomeini International Airport. *Journal of Air Transport Management*, 34, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2013.07.009>
- Konstantinos, V. (2012). Airport environmental noise mapping and land use management as an environmental protection action policy tool. The case of the Larnaka International Airport (Cyprus). *Science of The Total Environment*, (424), 162-173. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.036>.
- Ley 12 de 1947. Por la cual se aprueba la Convención sobre Aviación Civil Internacional, firmada en Chicago el 7 de diciembre de 1944. 7 de noviembre de 1947. D.O. No. 26.537.
- Ley 99 de 1993. 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. 22 de diciembre de 1993. D.O. No. 41146.
- Ley 768 de 2002. Por la cual se adopta el Régimen Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Portuario e Industrial de Barranquilla, Turístico y Cultural de Cartagena. 07 de agosto de 2002. D.O. No. 44.893.
- Martínez Moreno, L. K. (2019). *Planeación del suelo en torno al aeropuerto consideraciones para un ordenamiento territorial compatible* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69867/53044716.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- May, M., & Hill, S. (2006). Questioning airport expansion—A case study of Canberra International Airport. *Journal of Transport Geography*, 14(6), 437-450. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2005.10.004>
- Meshenberg, M. J. (1968). *Planning the airport environment*. American Society Of Planning Officials, Chicago.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

- Municipio de Funza. (13 de Septiembre de 2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Funza*. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-funza>
- Nesic, A., Cokorilo, O. y Steiner, S. (2016). *Modeling the costs of the bird strikes prevention*. International conference on traffic and transport engineering, Belgrade, Serbia.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2014). *Protección del medio ambiente*. https://www.icao.int/annual-report-2014/Pages/ES/progress-on-icaos-strategic-objectives-safety-environmental-protection-caep_ES.aspx
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2018). *Doc 9911, Recommended method for computing noise contours around airports*. Second edition.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (9 de junio de 2021). *Sobre la OACI*. https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default_ES.aspx
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2021a, 3 de julio). *Ruido de aviones*. <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/noise.aspx>
- Postorino, M. N. y Mantecchini, L. (2016). A systematic approach to assess the effectiveness of airport noise mitigation strategies. *Journal of Air Transport Management*, (50), 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.10.004>
- Resolución 01092 de 2007 [Aeronáutica Civil]. Por la cual se adoptan unas normas sobre Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos y se adicionan como Parte Décimo Cuarta a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. 04 de abril de 2007.
- Resolución 03152 de 2004 [Aeronáutica Civil]. Por la cual se adoptan normas relativas al peligro aviario como obstáculo para la seguridad de la aviación y se adicionan a la Parte Sexta de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. 14 de agosto de 2004.
- Resolución Número 05036 [Unidad Administrativa Especial Aeronautica 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 Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. 18 de septiembre de 2009.
- Resolución 2130 de 2004 [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. 12 de junio de 2004.
- 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. 07 abril de 2006.

IMPACTO EN EL USO DE SUELO

- Rodríguez Díaz, A., Adenso Díaz, B., & González Torre, P. (2017). A review of the impact of noise restrictions at airports. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, (50), 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.025>
- Sáenz Nieto, F. J., Pérez Sanz, L. y Gómez Comendador, V. (2002). *La navegación aérea y el aeropuerto*. España.
- Secretaria Distrital de Planeación. (Septiembre de 2018). *Monografía localidad de Engativá 2017*. <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/consulta?page=5>
- Secretaria Distrital de Planeación. (Septiembre de 2018). *Monografía localidad de Fontibón 2017*. <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/consulta?page=5>
- Secretaria Distrital de Planeación. (Mayo de 2021). *Solicitud de información sobre usos del suelo para el aeropuerto y su entorno*.
- Stevens, N. y Baker, D. (2013). Land Use Conflict Across the Airport Fence: Competing Urban Policy, Planning and Priority in Australia. *Urban policy and research*, 31(3), 301-324. <https://doi.org/10.1080/08111146.2013.785943>
- Turbay Alvarez, B. y Bartolome Fernandez, J. (2013). *Restricciones operativas relacionadas con el ruido en el aeropuerto de Barcelona*. [Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22247/memoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil. (2008). *Programa nacional de limitación de fauna en aeropuertos: sistema de gestión para la seguridad operacional (SIGESOA-FAUNA)*. <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/Normatividad%20Peligro%20Aviario/Programa%20Nacional%20de%20Limitaci%C3%B3n%20de%20Fauna%20en%20aeropuertos.pdf>
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2020). *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia: RAC 14 - Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos*. <https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2014%20-%20Aer%C3%B3dromos%20,%20Aeropuertos%20%20y%20%20Helipuertos.pdf>
- Zass, S. (2007). *Spatial impact of airports in Germany - strategies towards a sustainable planning in airport regions*. <https://trid.trb.org/view/855396>