

Evaluación y de diseño geométrico tercera pista para el Aeropuerto Internacional el Dorado de la ciudad de Bogotá D.C

JOHN ALEXANDER ROJAS MORENO¹
(rojasmoreno.johnalexander@gmail.com)

EDDIE ALBERT PÉREZ NAVARRETE²
(edino_2000@yahoo.co)

CARLOS IVÁN PONCE MARTÍNEZ³
(lvapo8@gmail.com)

Recibido: 6 de Octubre de 2012
Aprobado: 14 de Octubre de 2012

Resumen

El presente artículo plantea el diseño de una tercera pista para el aeropuerto El Dorado con el fin de descongestionar las dos pistas actuales, localizándola y diseñándola con base en variables climáticas, de operación y de espacio, con el objetivo de mejorar el flujo de operaciones, tanto terrestre como aéreo.

Palabras claves: Pista, aeropista, calle de rodaje, margen umbral, zona de parada, zona libre de obstáculos, superficies limitadoras, plan maestro y operaciones aéreas.

Abstract

This Article presents the design of a third runway for the airport EL DORADO to decongest the two existing tracks, locating and designing based on climatic, operating, in space, in order to improve the flow of operations in the land and air.

Keywords: Track, airstrip, taxiway, threshold margin, stopway, clearway, limitation surfaces, blueprint and aerial operations.

1. Introducción

El problema que se quiere resolver radica en que el aeropuerto internacional El Dorado que actualmente comparte las operaciones comerciales (pasajeros y carga) con las operaciones militares, ejecutivas, comerciales no regulares, lo cual restringe tanto el aspecto terrestre como aéreo.

Actualmente existe un alto flujo de tránsito aéreo en las horas pico, teniendo en cuenta los procedimientos y la organización de las aproximaciones del espacio aéreo de El Dorado se presentan demoras en las operaciones aéreas en las 2 pistas que se encuentran en servicio. Es por eso, que es necesario realizar un planteamiento muy próximo a la realidad sobre la ubicación de esta pista y su configuración, con el propósito de descongestionar las actuales pistas 13R y 13L, diseñadas para aeronaves de gran capacidad.

El proyecto servirá para determinar la necesidad, ubicación y tipos de operaciones que se pueden llevar a cabo en la tercera pista del Aeropuerto, teniendo en cuenta la normatividad actual OACI. Igualmente, desde el punto de vista de operatividad y nivel de servicio de las pistas del aeródromo El Dorado de Bogotá, se busca optimizar y mejorar las condiciones de capacidad que se presentan actualmente.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la necesidad del diseño de la tercera pista del Aeropuerto Internacional El Dorado, de la ciudad de Bogotá D.C, estableciendo su ubicación, configuración y características geométricas.

El Aeropuerto Internacional "El Dorado", se encuentra localizado a 15 kilómetros al occidente del centro de la capital, Bogotá. Las coordenadas son 4.72° latitud Norte y 74.15° longitud

¹Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas de la Escuela de Ingenieros Militares.

²Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas de la Escuela de Ingenieros Militares.

³Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas de la Escuela de Ingenieros Militares.

Oeste y a una altitud de 2547 m sobre el nivel medio del mar. Los límites del Aeropuerto Internacional “El Dorado” son: al noroeste el río Bogotá, al sur y al oeste la localidad de Fontibón, conformada principalmente por casas y zona industrial, al norte y nororiente la localidad de Engativá también compuesta por casas y zona industrial y por el oriente con la Autopista “El Dorado” (calle 26) que conecta con el centro de la ciudad⁴. El desarrollo de este proyecto se centra en las operaciones de este aeropuerto.

2. Metodología

El tipo de investigación que se presenta en el presente documento es de tipo aplicada, teniendo en cuenta que se emplean conceptos sobre diseño de aeropistas, estadísticas actuales realizadas por la autoridad competente y normatividad aplicable, buscando un desarrollo científico cuya finalidad es realizar el Diseño geométrico de la tercera pista del Aeropuerto Internacional El Dorado, así como dar un concepto técnico sobre la misma.

3. Fundamentación teórica

De acuerdo con las posibles áreas de expansión del aeropuerto, establecidas en el Plan Maestro 2001/2025, Fase I, se plantea la ubicación del proyecto al sur de la actual segunda pista, alrededor de dos lotes de propiedad de la UAEAC. Se delimita hacia el occidente por el Río Bogotá, hacia el sur con la Avenida de Ferrocarril y hacia el oriente con el barrio Brisas-Aldea. Incluye algunas bodegas, potreros y zona pantanosa de la finca El Charco, es así como descontando el área protegida de la Ronda del Río Bogotá, se podría utilizar unas 100 ha. El proyecto deberá tener una cota terminada de pista de 2.545 m.

3.1 Factores Climáticos

Para el entendimiento general de la zona del proyecto se deben analizar los componentes ambientales que influyen al proyecto, los aspectos que se deben tener en cuenta son la temperatura, humedad, precipitación y tormentas, nubosidad, neblina, niebla y bruma y rosa de los vientos.

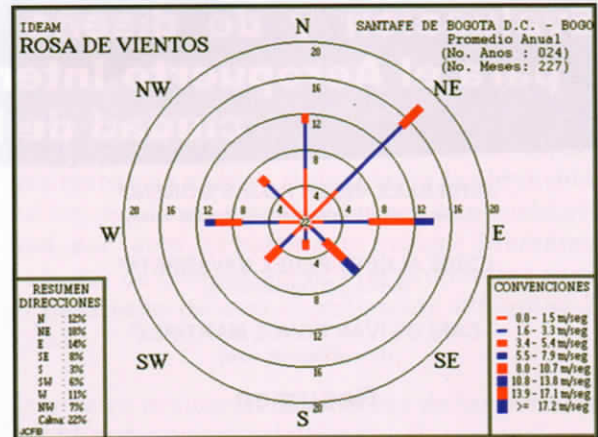


Figura 1. Rosa de los Vientos Aeropuerto EL DORADO⁵

3.2 Posibles áreas para la expansión del aeropuerto

Con el conocimiento de que se debe contar con un área cercana al aeropuerto para la construcción de la tercera pista que pueda conectarse fácilmente a la estructura tanto aéreo como terrestre, se analizan las opciones presentadas en la Figura 2, partiendo de que estas áreas son de carácter privadas, otras son del Estado, por lo tanto, debe realizarse los trámites correspondientes a la adquisición de los predios necesarios.

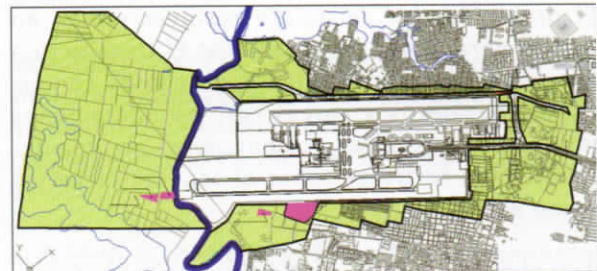


Figura 2. Posibles áreas de expansión del Aeropuerto⁶

3.2.1 Áreas sin urbanizar

Área D: queda al lado Norte de la cabecera 13L e incluye la zona sin urbanizar de Engativá hasta el Río Bogotá. Esta área es atravesada por la proyectada Avenida José Celestino Mutis y si se mantiene el trazado actual, quedaría solamente 12 Ha de terreno que se podrían incorporar

⁵Fuente: CONSORCIO PLAN MAESTRO EL DORADO. Estudio del Plan Maestro 2001/2025 Fase I, capítulo 2, pág 23, 2001 ⁶Estudio del Plan Maestro 2001/2025 Fase I, capítulo 1, pág 15, 2001

⁶Estudio del Plan Maestro 2001/2025 Fase I, capítulo 1, pág 15, 2001

directamente al aeropuerto, con otras 90 ha al otro lado de la vía, descontando el área protegida de la Ronda del Río Bogotá.

Área E: es la zona del Municipio de Funza comprendida entre el canal de relocalización del Río Bogotá y la carretera Cota - La Mesa. Está dedicada a actividades agropecuarias, con muy baja densidad de población. Descontando la Ronda del Río Bogotá y otras áreas protegidas, quedarían unas 800 Ha de posible desarrollo, aunque su localización sea poco propicia al desarrollo de actividades aeronáuticas.

Área F: queda al lado Sur de la cabecera 13R, alrededor de dos lotes de propiedad de la UAEAC. Se delimita hacia el occidente por el Río Bogotá, hacia el Sur con la Avenida del Ferrocarril y hacia el oriente con el barrio Brisas-Aldea. Incluye algunas bodegas, potreros y zona pantanosa de la finca El Charco; descontando el área protegida de la Ronda del Río Bogotá, se podría utilizar unas 100 Ha.

3.2.2 Áreas Urbanizadas

Áreas A y B: pueden ser interesantes para futuro desarrollo industrial y comercial relacionado con el aeropuerto.

Área C: consiste en una franja de Engativá paralela a la Avenida José Celestino Mutis donde las viviendas actuales están dentro de zona con nivel de ruido superior a los 65 dB.

Área G: consiste en una franja de Facatativá paralela a la Avenida Luis Carlos Galán donde las viviendas actuales están dentro de zona con nivel de ruido superior a los 65 dB.

A continuación se representan los usos de los predios cercanos al Aeropuerto El Dorado, ver Figuras 3 y 4.

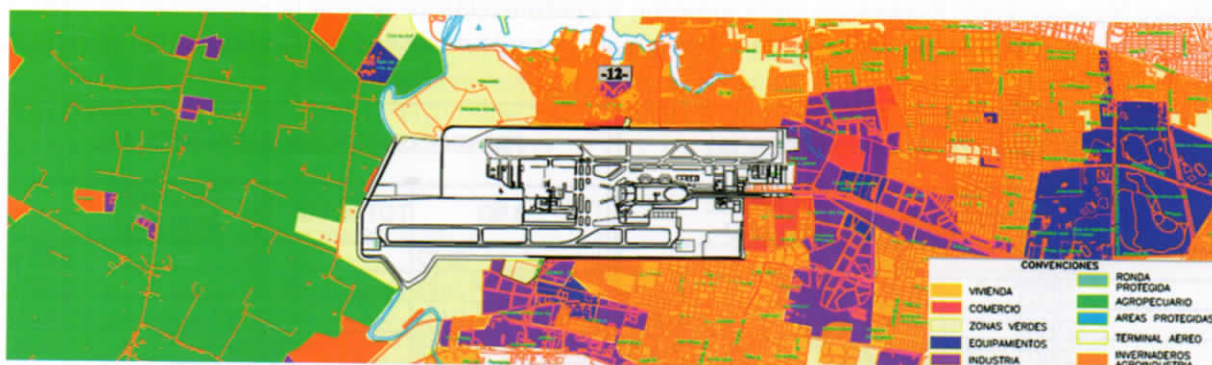


Figura 3. Uso actual del suelo en las zonas cercanas al aeropuerto⁷

Adicionalmente, de acuerdo con el Plan Maestro 2001/2025, se tienen proyectados los siguientes usos:

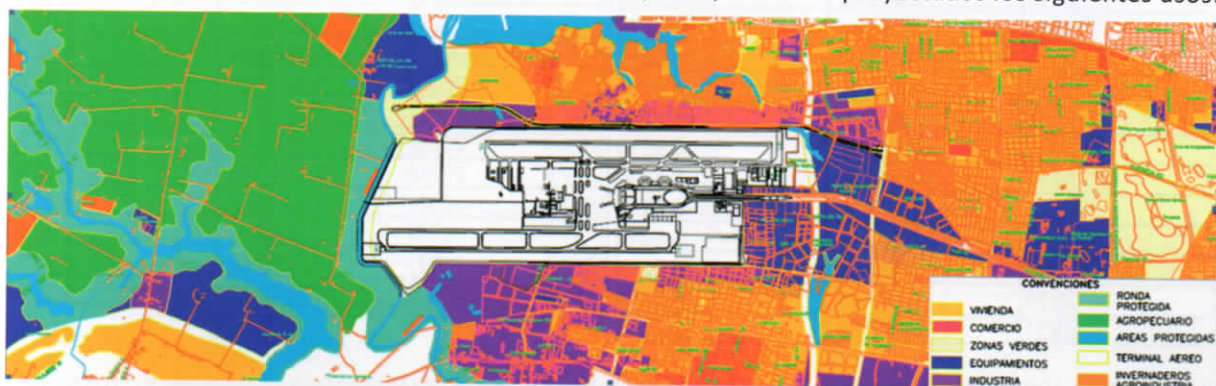


Figura 4. Uso reglamentado del suelo en las zonas cercanas al aeropuerto

⁷Estudio del Plan Maestro 2001/2025 Fase I, capítulo 1, pág 17, 2001

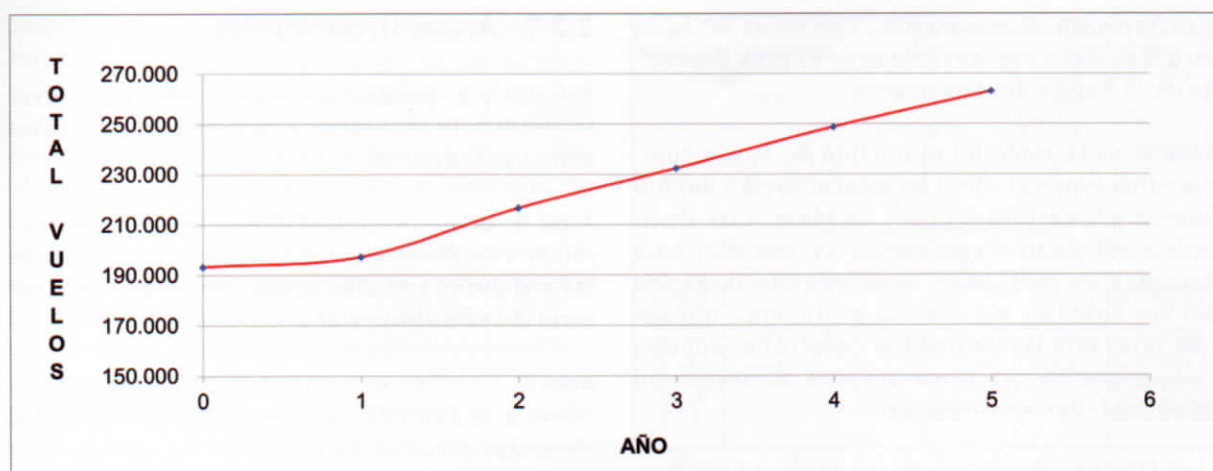


Figura 5. Representación del total de las Operaciones aéreas anuales en el Aeropuerto El Dorado, 2004 - 2009

4. Análisis de los resultados

De la anterior información se obtiene la tendencia de crecimiento con la cual se realizará la proyección de las operaciones, puesto que refleja de mejor manera la tendencia de las operaciones aéreas (Exponencial). Basándose en lo anterior, a continuación se realiza la proyección de operaciones de las dos pistas actuales en servicio para un periodo de diseño de 25 años, como se refleja en la Tabla 2.

PROYECCION TENDENCIA EXPONENCIAL			PROYECCION TENDENCIA EXPONENCIAL		
AÑO	TOTAL VUELOS	% CAMBIO POR AÑO	AÑO	TOTAL VUELOS	% CAMBIO POR AÑO
2004	193.276		2022	622.481	6.82%
2005	197.217	2.04%	2023	664.951	6.82%
2006	216.593	9.82%	2024	710.318	6.82%
2007	232.385	7.29%	2025	758.781	6.82%
2008	248.795	7.06%	2026	810.550	6.82%
2009	263.092	5.75%	2027	865.851	6.82%
2010	281.945	7.17%	2028	924.925	6.82%
2011	301.181	6.82%	2029	988.030	6.82%
2012	321.730	6.82%	2030	1.055.440	6.82%
2013	343.681	6.82%	2031	1.127.449	6.82%
2014	367.129	6.82%	2032	1.204.371	6.82%
2015	392.177	6.82%	2033	1.286.541	6.82%
2016	418.934	6.82%	2034	1.374.318	6.82%
2017	447.516	6.82%	2035	1.468.083	6.82%
2018	478.049	6.82%	2036	1.568.245	6.82%
2019	510.664	6.82%	2037	1.675.242	6.82%
2020	545.505	6.82%	2038	1.789.538	6.82%
2021	582.723	6.82%			

Tabla 1: Proyección Exponencial de las Operaciones aéreas anuales en el Aeropuerto EL DORADO, en un periodo de diseño de 25 años

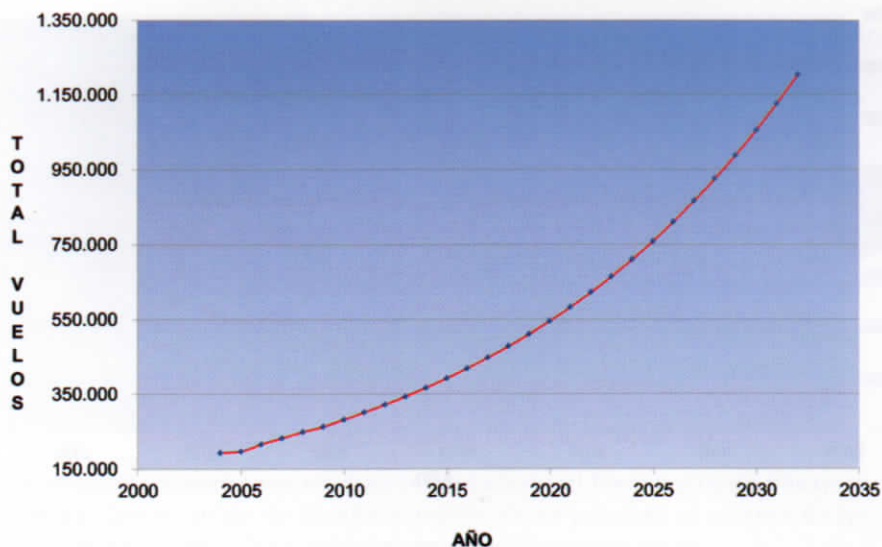


Figura 6: Representación gráfica de la Proyección Exponencial de las operaciones aéreas anuales en el Aeropuerto El Dorado, en un periodo de diseño de 25 años

Teniendo en cuenta las tendencias del comportamiento de las gráficas de los demás tipos de servicios, se procede a realizar la proyección de las operaciones aéreas anuales, aviones de menor envergadura en el Aeropuerto El Dorado, con la información de 2004 – 2009 con que se cuenta. Como se muestra en la tabla 3 y en la figura 7

PROYECCION POLINOMICA			PROYECCION POLINOMICA		
AÑO	TOTAL VUELOS	% CAMBIO POR AÑO	AÑO	TOTAL VUELOS	% CAMBIO POR AÑO
2004	82.040		2021	175.863	6.82%
2005	93.243		2022	187.862	6.82%
2006	93.073		2023	200.679	6.82%
2007	83.870		2024	214.371	6.82%
2008	82.914		2025	228.997	6.82%
2009	79.400		2026	244.620	6.82%
2010	85.090	7.17%	2027	261.310	6.82%
2011	90.895	6.82%	2028	279.138	6.82%
2012	97.097	6.82%	2029	298.183	6.82%
2013	103.721	6.82%	2030	318.527	6.82%
2014	110.798	6.82%	2031	340.259	6.82%
2015	118.357	6.82%	2032	363.474	6.82%
2016	126.432	6.82%	2033	388.272	6.82%
2017	135.058	6.82%	2034	414.763	6.82%
2018	144.273	6.82%	2035	443.061	6.82%
2019	154.116	6.82%	2036	473.290	6.82%
2020	164.631	6.82%	2037	505.580	6.82%
			2038	540.075	6.82%

Tabla 2: Proyección Exponencial de las Operaciones aéreas anuales aviones de menor envergadura en el Aeropuerto El Dorado, en un periodo de diseño de 25 años

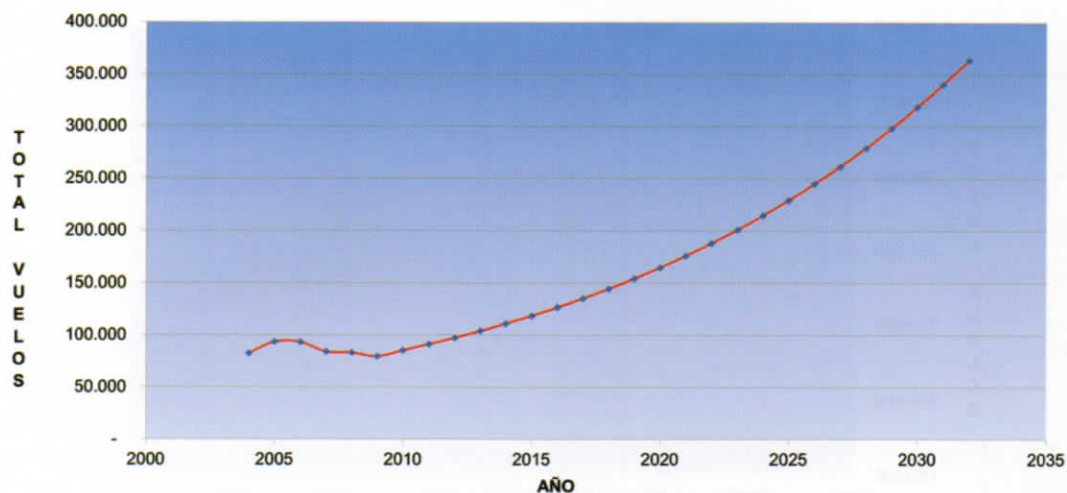


Figura 7: Representación gráfica de la Proyección polinómica de las Operaciones aéreas anuales aviones de menor envergadura en el Aeropuerto El Dorado, en un periodo de diseño de 25 años

De la información anterior, se evidencia que de las operaciones aéreas proyectadas para el 2038 son de 1.789.538, y las operaciones de aviones de menor envergadura de menos de 50 pasajeros son de 540.075, lo cual equivale a un 30% máximo de las operaciones aéreas totales, en condiciones óptimas, de vuelos privados, de instrucción, comerciales no regulares, comerciales regulares, militares y oficiales, como se observa en la figura 8

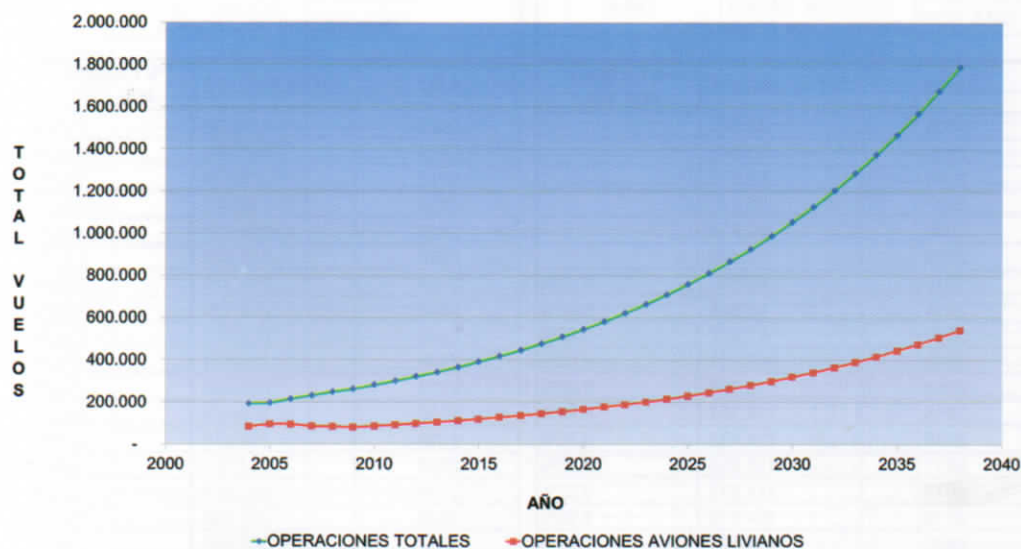


Figura 8: Representación gráfica de la Proyección Operaciones aéreas anuales Vs Operaciones aéreas aviones de menor envergadura en el Aeropuerto El Dorado, En un periodo de diseño de 25 años

4.1 Características técnicas de la aeronave de diseño – Fokker 50

El Fokker 50 es un avión turbohélice (ver Figura 9) diseñado como una mejora del Fokker F27 y con la intención de sustituirlo. Su función es el transporte de pasajeros en vuelos regionales y cortos, aunque existen versiones combinadas de carga y pasajeros.

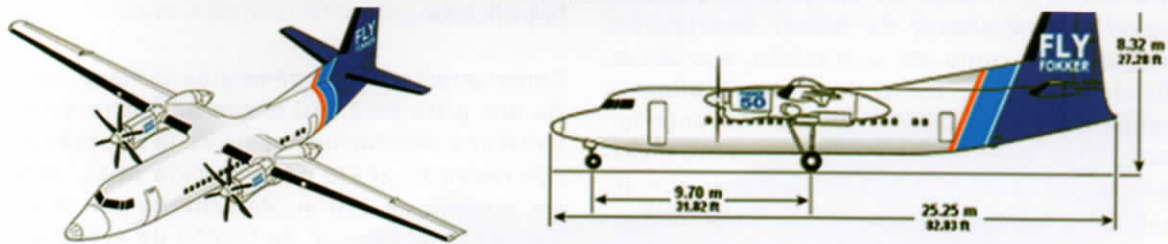


Figura 9: Características técnicas Fokker 50⁸

En Colombia se utiliza esta aeronave en gran medida para el transporte de pasajeros a destinos regionales nacionales. Con el avión de diseño establecido se procede al cálculo de las características geométricas de la tercera pista, las cuales se resumen a continuación:

Características geométricas y geografías de la tercera pista:

La metodología adoptada para el diseño de la propuesta de la tercera pista del aeropuerto El Dorado se basa en la indicada por la Organización de Aviación Civil Internacional - OACI. Aeródromos Volumen I Diseño y Operaciones de Aeródromos, así como en los manuales de diseño y planeación de este ente que rige la aviación civil internacional.

La pista va a ser operada en ambas direcciones solamente para vuelos visuales, y se localizará en las áreas cercanas a aeropuerto de posible ampliación denominadas F y G.

La localización y las características geométricas se pueden observar en la figura 10.



Figura 10: Configuración geométrica III pista Aeropuerto El Dorado⁹

⁸<http://www.flyfokker.com/Introduction>

⁹Manual de Diseño de Aeródromos – OACI

5. Conclusiones y Recomendaciones

Es necesario la construcción de una tercera pista en el aeropuerto El Dorado, la cual servirá para descongestionar las pistas principales de vuelos con aeronaves de menor envergadura categorizados como: de instrucción, ejecutivos, oficiales militares, comerciales no regulares y regulares de menor envergadura. Lo anterior, basados en los resultados de la presente investigación, en la cual, se pudo establecer que actualmente las operaciones aéreas de aeronaves de menor envergadura, representan un 30% de las operaciones totales.

Se realizó una comparación de los datos presentados en plan maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado 2001/2025 (realizado en el año 2001), y los datos reportados por la Aeronáutica Civil, encontrando diferencias y aumento considerable entre lo esperado en el plan maestro, con la realidad de las operaciones aéreas actuales. Por lo tanto, se deben plantear alternativas de solución al manejo de las operaciones, tanto en el área terrestre como aéreo, ya que la proyección de crecimiento tiende a mantenerse en el tiempo.

Se fundamenta la necesidad de la construcción de la tercera pista del aeropuerto Internacional El Dorado, con el objetivo de focalizar los aviones de gran capacidad en las pistas diseñadas para este fin y conducir las operaciones regionales realizadas por aviones de menor envergadura y máximo 50 pasajeros en la tercera pista planteada, los cuales, equivalen según la proyección a 25 años a un 30% de las operaciones que actualmente se llevan a cabo en el Aeropuerto.

Después de verificar la localización de los predios del aeropuerto y las zonas cercanas, con respecto a uso de suelo, condiciones ambientales y meteorológicas, logísticas y de operación, se concluye que la mejor localización para la tercera pista del Aeropuerto El Dorado, es la zona comprendida entre las áreas F y G, y con una zona adicional de Fontibón. Es importante resaltar que se deben realizar los trámites y negociaciones correspondientes para la adquisición

de estos predios. Se recomienda la tercera pista del Aeropuerto El Dorado, de acuerdo con el diseño contenido en este documento y teniendo en cuenta que el avión de diseño es un Fokker 50 que sería el avión más grande que la utilizaría.

Como características generales se tiene que sería una pista de 2.730 m con un ancho de 30 m y con una separación del eje de la segunda pista con respecto al eje de la tercera pista, deberá ser mínimo de 210 m, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Diseño de Aeródromos Parte I, de la OACI.

Para la tercera pista del aeropuerto El Dorado, se recomienda operar de manera Visual de 6 am a 11 pm, y estará funcionando de manera simultánea a la pista 13 R. Se recomienda para un próximo trabajo de investigación, analizar la posibilidad de expansión en el área sin urbanizar E, correspondiente al municipio de Funza, teniendo en cuenta que es un terreno de sabana y que actualmente su destinación es netamente agrícola.

Esto con el fin de plantear una terminal regional en esta zona y debido a la masiva urbanización en los alrededores del aeropuerto dentro del casco urbano que impiden su expansión al norte, sur y oriente de la ciudad.

Bibliografía

CONSORCIO PLAN MAESTRO EL DORADO. Estudio del Plan Maestro 2001/2025 FASE III. Bogotá, D.C. (2001)

CONSORCIO PLAN MAESTRO EL DORADO. Estudio del Plan Maestro 2001/2025 FASE II. Bogotá, D.C. (2001)

CONSORCIO PLAN MAESTRO EL DORADO. Estudio del Plan Maestro 2001/2025 FASE I. Bogotá, D.C. (2001)

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. Manual de Diseño de Aeródromos Parte 1, Tercera Edición. 2006

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. Anexo 14 Aeródromos Volumen I Diseño y Operaciones de Aeródromos, Quinta Edición Julio 2009

UAEAC.. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil: Revista Aeronáutica Civil. Bogotá, D.C. p36. (2010)

UAEAC., Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil: Publicación de Información Aeronáutica (AIP). Bogotá, D.C. p.28. (2011)

