

300615

11
209



Universidad La Salle

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados
a la U. N. A. M.

"Análisis del Aeropuerto de Toluca, para la posible desconcentración del Aeropuerto de la Ciudad de México"

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a

CONRADO LUER HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESIS:
ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAIS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION	3
CAPITULO I. Análisis de la Capacidad del Aeropuerto de la Ciudad de México	5
I.1.- Antecedentes	5
I.2.- Situación Actual	8
I.3.- Síntesis	31
CAPITULO II. Análisis de la Capacidad del Aeropuerto de Toluca	34
II.1.- Antecedentes	34
II.2.- Situación Actual	38
CAPITULO III. Características Generales	47
III.1.- Pronóstico de Demanda y su Evaluación	47
III.2.- Determinación del Peso Bruto Máximo al Despegue en los Aeropuertos de Toluca, Estado de México y México, D.F.	53
III.3.- Análisis de los Tipos de Vuelos que Operan en la Ciudad de México	64
CAPITULO IV. Infraestructura Necesaria en Toluca	76
IV.1.- Alternativa Empresas Nacionales	77
IV.2.- Alternativa Empresas Internacionales	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
APENDICE "A"	

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La región central del país contiene gran parte de las actividades económicas, políticas y sociales de la vida nacional, sobresaliendo la Ciudad de México por su grado de concentración.

La Ciudad de México está sujeta a medidas de control, no solamente respecto a su crecimiento, sino también para su ordenada descentralización. Debe analizarse la demanda de servicios, porque si bien algunas de estas medidas de control dan los resultados esperados, ello se debe a que son demandas del orden prioritario a corto plazo, pero las demás medidas siguen estando latentes y destinadas a la población y a los servicios de que dispone, que en algunos casos, están al borde de la saturación o decididamente presentan deficiencias notables.

Por lo que a servicios aeroportuarios se refiere, es el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Benito Juárez", el encargado de satisfacer las necesidades relativas de 17 millones de habitantes, que para el año 2000 serán más de 25 millones. Por ello se hace necesario considerar una primera etapa para la descentralización.

Esta tesis presenta una opción concreta para la desconcentración del Aeropuerto de la Ciudad de México.

A partir del conocimiento de los problemas de saturación en cuanto a zonas terminales, y de saturación de pistas en horas críticas, se buscará la manera de utilizar un aeropuerto circunvecino para nivelar la estructura de la demanda contra la capacidad.

En consecuencia se ha elegido al Aeropuerto de Toluca para analizar sus posibilidades (capacidades) como auxiliar en dicha desconcentración.

CAPITULO I

CAPITULO I

ANALISIS DE LA CAPACIDAD DEL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE MEXICO

I.1 Antecedentes

En 1921 se comenzó a utilizar el aeródromo militar de Balbuena, como el centro de operaciones de la aviación civil. Al advertirse que se incurría en interferencias entre la aviación civil y la militar, se produjo la necesidad de localizar terrenos para la construcción del Aeropuerto de la Ciudad de México.

El sitio seleccionado se ubicó entre el cruce de la carretera a Puebla y el camino al aeropuerto militar, llamado después Boulevard Aeropuerto.

Las obras de construcción se comenzaron en 1928, y no fue sino hasta 1930 que se inauguró dicho aeropuerto, el cual contó con tres pistas de las características siguientes:

- A) De 1250 m de longitud por 40 m de ancho
 - B) De 1200 m de longitud por 40 m de ancho
 - C) De 1000 m de longitud por 40 m de ancho
- y un rodaje de servicio de 1000 m por 20 m de ancho.

Para darle la resistencia necesaria a las pistas, se utilizó un sistema llamado base Telford; que consistía en colocar y compactar a mano, piedras de diferentes tamaños de origen calizo; que posteriormente se compactaron con aplanadoras de aquella época. El primer procedimiento para la construcción de la carpeta final era el mismo utilizado en la construcción de caminos, al que se daba el nombre de MACADAM; y consistía en colocar piedra triturada de una y de dos y media pulgadas tamaño máximo, colocadas en capas no mayores de 10 cm que se compactaba con aplanadora de rodillos.

El Aeropuerto de la Ciudad de México está asentado en los terrenos del Lago de Texcoco, que son de arcilla lacustre y de origen volcánico. Con el tiempo la base de las pistas originales se han asentado y la base TELFORD, se encuentra actualmente a unos cinco metros de profundidad.

En su tiempo, la localización y construcción del Puerto Aéreo Central fue adecuada para los monomotores y trimotores que durante muchos años soportó. Nadie podría imaginarse que llegaría a soportar una nave aérea como el Douglas DC-3 de 12.5 tn y menos aún aviones más modernos con un peso 10 ó 15 veces mayor.

En un principio el Puerto Aéreo Central requirió una superficie de 103.5 has., con posibilidades de crecer a 168.4 has. Después fue creciendo paulatinamente hasta al-

canzar una superficie total de aproximadamente 750 hectáreas.

En la siguiente figura se muestran las ampliaciones principales de los años 1939, 1942, 1952, 1966 y 1974. Cada una de estas ampliaciones fue originada por las sucesivas ampliaciones del sistema de pistas y calles de rodajes, así como el área terminal.

Anteriormente el aeropuerto contaba con tres pistas transversales denominadas: 10-28, 14-32 y 13-31. Además, existía una pequeña pista paralela a las dos principales dedicada a la aviación general. Todas estas pistas han sido canceladas y transformadas en calles de rodaje (Ver figura No. 1).

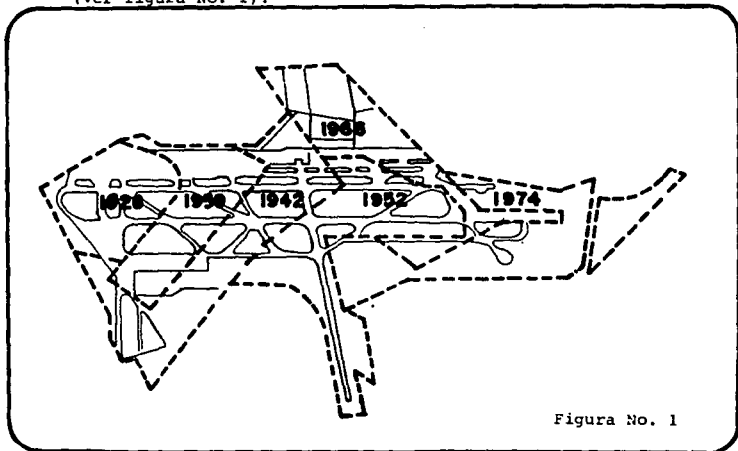


Figura No. 1

I.2 Situación Actual

Las instalaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, ocupan casi 750 has., dejando poco espacio para ampliaciones o modificaciones. Además se encuentran rodeadas en 80% de su perímetro por la ciudad; el 20% restante en la zona noreste, por los terrenos del Lago de Texcoco.

En la zona de operaciones, el aeropuerto cuenta con dos pistas paralelas, la 05I-23D y la 05D-23I, con 3840m y 3900 m de longitud, respectivamente, con 45 m de ancho cada una.

El sistema de rodajes tiene una longitud de 17.2 km, y se conforma de 3 rodajes paralelos a las pistas y 9 salidas en diferentes ángulos, siendo 3 de ellas de alta velocidad.

INFRAESTRUCTURA

Zona Operacional

a) Ayudas Visuales

- VASIS en pistas 05I-23D y 05D de 3 barras
- AVASIS en pista 05D-23I de 3 barras
- Riel en pistas 05I
- Sistema PAPI

- **Iluminación de pistas:**
 - Pista 05D (borde y umbral) HIRL
 - Pista 05I (borde y umbral) HIRL
 - Pista 23D (borde y umbral) HIRL
 - Pista 23I (borde y umbral) HIRL
- **Faro giratorio (localizado en el Cerro del Peñón)**
- **Conos de vientos**
- **Luces de aproximación, pista 23I con luces de destello**
- **Luces de borde en calles de rodaje y plataformas**
- **Plantas de emergencia**

b) Ayudas a la Navegación

- **Torre de tránsito aéreo**
- **VOR/DME/MEX**
- **VOR/DME/SMO**
- **VOR/DME/PCA**
- **VOR/DME/TEQ**
- **NDB/TCG**
- **NDB/TIZ**
- **NDB/TPX**
- **ILS categoría 1, Pista 23I**
- **ILS categoría 1, Pista 05D**
- **Radares ASR**
- **Marcadores**

c) Pistas

- 05D-23I de 3900 m x 45 m, pavimento de concreto asfáltico
- 05I-23D de 3846 m x 45 m, pavimento de concreto asfáltico

d) Rodajes de Salida de Pista

- Pista 05D-23I: Rodajes A, B3, B4, B6, E1, B7, E y B
- Pista 05I-23D: Rodajes, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B9, E, B

e) Calles de Rodaje

- Rodajes A, B, C, D, E.

f) Plataforma de Aviación Comercial

- Area de 347 000 m²
- Tipo de pavimento: concreto asfáltico e hidráulico
- Hidrantes para el suministro de combustible

g) Plataforma de Aviación General

- Area de 100 000 m²
- Tipo de pavimento: concreto asfáltico
- Bomba estacionaria para el suministro de combustible

h) Plataforma de Carga Aérea de 54 000 m²

- Tipo de pavimento: concreto asfáltico e hidráulico.

Zona terminal de pasajeros de aviación comercial

a) Edificio Terminal

- En una superficie total de 69 000 m²; distribuida en la siguiente forma:
 - Documentación de compañías nacionales
 - Documentación de compañías extranjeras
 - Salas de espera para vuelos nacionales
 - Salas de espera para vuelos internacionales
 - Reclamo de equipaje nacional
 - Reclamo de equipaje internacional
 - Servicios de apoyo

b) Estacionamiento para automóviles

- Edificio vertical, en una superficie de 61,200 m², con capacidad para 1900 espacios
- Estacionamiento No. 2, en una superficie de 12715 m², con capacidad para 340 espacios
- Estacionamiento No. 3, en una superficie de 12440 m² con capacidad para 282 espacios
- Estacionamiento No. 4, en una superficie de 15171 m² con capacidad para 514 espacios
- Estacionamiento remoto No.2, en una superficie de 36966 m², con capacidad para 1214 espacios

Zona terminal de pasajeros de aviación general

- Edificio terminal, en una superficie de 1350 m²
- Estacionamiento, en una superficie de 3100 m², con capacidad para 103 espacios
- 90 hangares en una superficie de 38.0 ha.

Zona de manejo de carga

- Terminal de carga internacional, en una superficie de 11.1 ha
- Bodegas en el aeropuerto, para manejo de carga nacional, en 0.68 ha.
- Bodegas en el aeropuerto para tramitadores de carga aérea, en 1.04 ha.
- Preparación de alimentos y mantenimiento, en 11.9 ha.
- Correo, 6300 m²

En un estudio realizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes obtuvo como resultado que todo este conjunto de instalaciones tiene una capacidad máxima de 60 operaciones por hora. Sin embargo, por mantenimiento de las pistas, ésta se ve reducida a 45 operaciones por hora, durante un período de 60 días cada año aproximadamente.

Hay que considerar que este mantenimiento se puede convertir en una reparación mayor, ya que la pista principal 05D-23I, fue construida en el año de 1940 con un pavimento de

base TELFORD y MACADAM asfáltico y posteriormente ha sufrido varias ampliaciones con pavimentos de otro tipo. Esto ha provocado durante su vida renivelaciones diversas, en razón de los hundimientos que han presentado sus pavimentos originales. Anteriormente se se colocaban sobrecarpetas que provocaban mayor concentración de peso, acelerando los hundimientos de la superficie de las pistas y cuya reparación se realizaba a razón de cada dos años, ocasionando una reducción en la capacidad del aeropuerto. Pero hoy en día se utiliza un nuevo sistema llamado de la sección compensada, con el cual incurrimos en periodos de mantenimiento anuales, es decir, cada año se arregla una pista y al siguiente año la otra pista.

El área terminal de pasajeros está determinada fundamentalmente por el edificio terminal, con una superficie construida de 69,000 m², aproximadamente y una plataforma de operaciones para atender 20 posiciones de aviones estacionados, en contacto con el edificio. La zona para el despacho de pasajeros nacionales tiene destinada una superficie de 29,000 m² y los pasajeros internacionales una superficie de 37,000 m².

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes considera un parámetro aproximado de un millón de pasajeros anuales por cada 7,500 m² de edificio terminal, por lo que pueden ser procesados alrededor de 9 millones de pasajeros

por año, y se han llegado a manejar 13.5 millones de pasajeros (1981), con alta saturación durante las horas y días críticos.

La actividad creciente del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, que de acuerdo con las estadísticas duplica cada seis años su movimiento de pasajeros, ha originado que a treinta años de haber sido puesta en servicio su actual terminal aérea de aviación comercial, se encuentre al límite de su desarrollo físico y lo que es importante, el área de operaciones se encuentra saturada con los problemas de capacidad consecuentes.

En 1981 se realizó un análisis para establecer el estado y las posibilidades de las instalaciones para atender la demanda esperada; es decir, se definen cuáles elementos están saturados y en qué grado, cuáles no han llegado a la saturación y para cuando se espera.

La saturación ocasional de espacios aéreos, calles de rodaje y plataformas, provoca retrasos de gran importancia en los diferentes procesos de pasajeros y aviones con el consecuente incremento en costos de operación.

Sin embargo, para un desarrollo armónico del aeropuerto, es necesario que las capacidades de sus diferentes elementos estén equilibradas a fin de optimizar su eficiencia y reducir costos de operación e inversiones.

A continuación se muestra el resultado del análisis efectuado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares, mediante un cuadro objetivo que compara la actual magnitud de las instalaciones con la requerida por la demanda en años futuros. Mientras la capacidad actual de la instalación que se analiza resulta mayor a la requerida en el futuro; la instalación puede continuar prestando un servicio adecuado y en el momento en que es sobrepasada se establece el límite o fecha de saturación (Ver Cuadro No. 1) Información obtenida del plan maestro editado en 1981 por Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

CUADRO No. 1

MAGNITUD REQUERIDA PARA LOS ELEMENTOS PRINCIPALES

Elemento	Unidad	Capacidad actual										
		1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	
Pistas Rodajes	oper/hora	60	74	86	101	117	134	152	170	192	217	242
Plataforma:												
Aviación Comercial	ha.	34.7	33.7	41.2	48.7	57.0	65.2	73.5	81.7	92.2	103.5	114.7
Aviación General	ha.	10.0	9.9	10.5	11.3	12.5	13.3	14.5	15.7	16.7	17.8	18.7
Carga	ha.	5.4	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	10.0	13.0	16.0
Edif. Terminal de Pasajeros:												
Aviación Comercial	m ² (miles)	69,0	52.1	65,8	79,5	93,2	107,8	122,4	137,0	156,8	176,5	196,3
Aviación General	m ² (miles)	1350	1080	1250	1440	1650	1880	2110	2370	2640	2920	3220
Estacionamiento para autos:												
Aviación Comercial	ha	15.2	12.5	15.8	19.1	22.4	26.0	29.5	33.0	37.8	42.5	47.3
Aviación General	m ² (miles)	3,1	4,9	5,6	6,5	7,4	8,5	9,5	10,7	11,9	13,1	14,5
Oficial	m ² (miles)	1,9	2,2	2,7	3,1	3,7	4,2	4,9	5,5	6,2	7,0	7,8
Renta	m ² (miles)	18,0	13,4	16,4	19,3	22,6	26,0	30,0	33,8	38,1	43,1	47,9
Bodega y almacén fiscal	ha.	11.1	7.9	9.0	11.0	13.9	16.8	22.0	27.4	36.7	50.2	63.6
Bodega en el aeropuerto para manejo de carga nacional AM y MX	ha.	0.7	1.3	1.9	2.7	3.7	4.7	6.7	8.7	11.8	15.8	19.8
Almacén de combustibles	M. lts.	10.4	9.2	11.1	13.1	14.7	16.4	18.6	20.7	23.1	25.7	28.2
Zona comercial y hotelera	ha.	-	5.8	7.1	8.4	9.8	11.2	12.9	14.6	16.5	18.7	20.7
Oficinas de autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación	m ² (miles)	5,5	4,3	5,3	6,3	7,4	8,5	9,7	11,0	12,4	14,0	16,0
Zona hangares aviación Gral.	ha.	38,0	54,0	57,6	61,8	68,4	73,8	79,2	85,8	91,2	97,2	103,2
Zona servicios plataforma	m ² (miles)	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6

Pasajeros comerciales por año en el periodo transcurrido de 1967 a 1981 tiene una tasa de crecimiento media de 12% . En el año de 1967 se registró un movimiento de 2'732,044 pasajeros y en 1981 de 13'088,243, es decir, un incremento de casi cinco veces en catorce años.

Pasajeros de Aviación Comercial

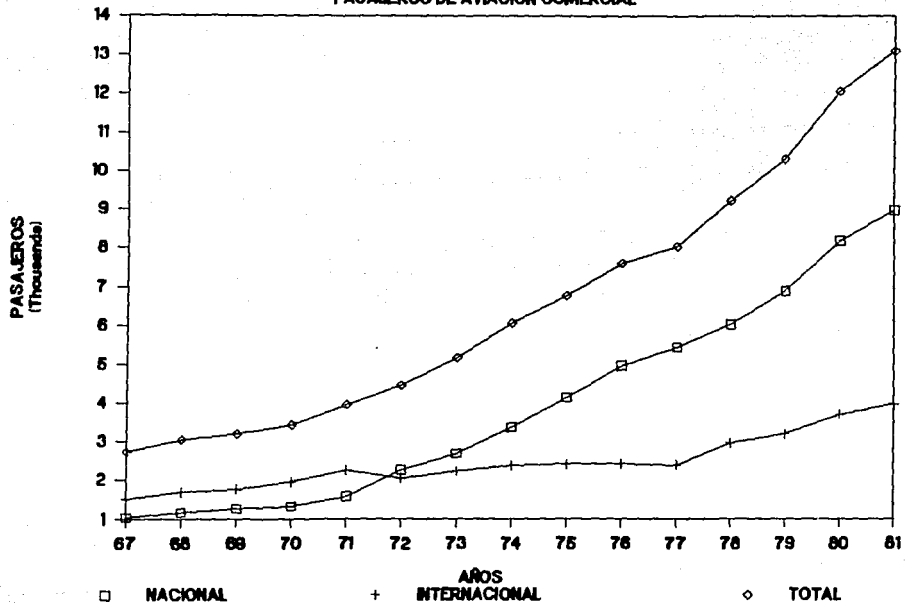
(en miles)

Año	Nacional		Internacional		Tránsito	Gran Total
	Llegada	Salida	Llegada	Salida		
1967	514,4	512,6	780,4	734,7	190,0	2,732,0
1968	584,4	579,2	867,3	815,6	195,6	3,042,3
1969	622,0	636,2	913,8	853,5	180,9	3,206,5
1970	665,1	663,9	1,005,5	961,1	157,8	3,453,6
1971	797,4	778,1	1,135,2	1,115,1	135,3	3,961,3
1972	1,128,7	1,134,9	1,051,8	1,007,3	141,9	4,464,7
1973	1,290,7	1,406,7	1,196,7	1,034,2	236,3	5,164,7
1974	1,688,9	1,693,6	1,247,1	1,128,9	295,1	6,053,7
1975	2,126,5	2,018,0	1,228,3	1,188,7	206,6	6,767,3
1976	2,533,2	2,432,4	1,244,0	1,187,0	195,2	7,591,8
1977	2,774,0	2,661,0	1,195,6	1,189,4	206,1	8,026,1
1978	3,070,5	2,959,0	1,480,0	1,474,7	242,6	9,227,1
1979	3,486,4	3,413,8	1,740,9	1,464,5	206,2	10,412,0
1980	4,232,9	3,956,6	1,888,2	1,822,0	164,3	12,064,3
1981	4,614,8	4,358,2	2,001,9	1,986,7	126,5	13,088,2

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 1

PASAJEROS DE AVIACION COMERCIAL



Pasajeros de Aviación Comercial por año del
 periodo transcurrido de 1981 a 1989.

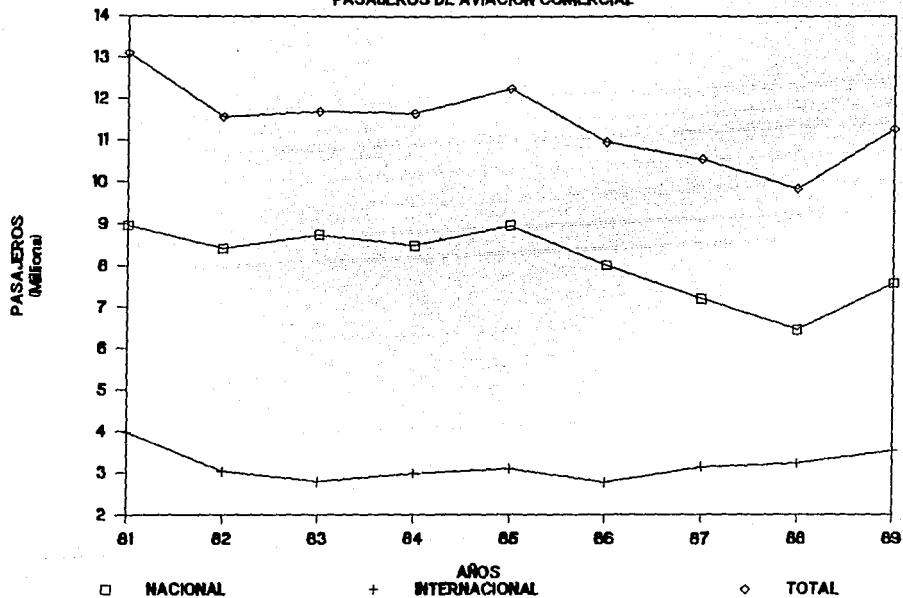
(en miles)

Año	Nacional		Internacional		Tránsito	Total
	Llegada	Salida	Llegada	Salida		
1981	4,614,8	4,358,2	2,001,9	1,986,7	126,5	13,088,2
1982	4,238,6	4,174,7	1,603,7	1,439,9	102,6	11,569,4
1983	4,507,5	4,237,6	1,394,4	1,395,9	151,5	11,698,3
1984	4,368,6	4,114,9	1,504,2	1,485,6	171,2	11,652,2
1985	4,413,9	4,561,2	1,429,4	1,382,4	162,0	12,250,2
1986	4,046,3	3,967,0	1,424,0	1,343,3	178,1	10,961,0
1987	3,691,4	3,505,7	1,581,1	1,561,7	211,2	10,554,7
1988	3,309,0	3,140,3	1,628,9	1,609,7	173,0	9,870,1
1989	3,890,3	3,681,3	1,777,5	1,775,8	150,0	11,284,1

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 2

PASAJEROS DE AVIACION COMERCIAL



En cuanto a operaciones comerciales, en el período analizado, se registró una tasa anual media del 8%. Su tendencia fue de crecimiento en todos los años. En 1967 se atendieron 52 209 operaciones y en 1981, 144 973.

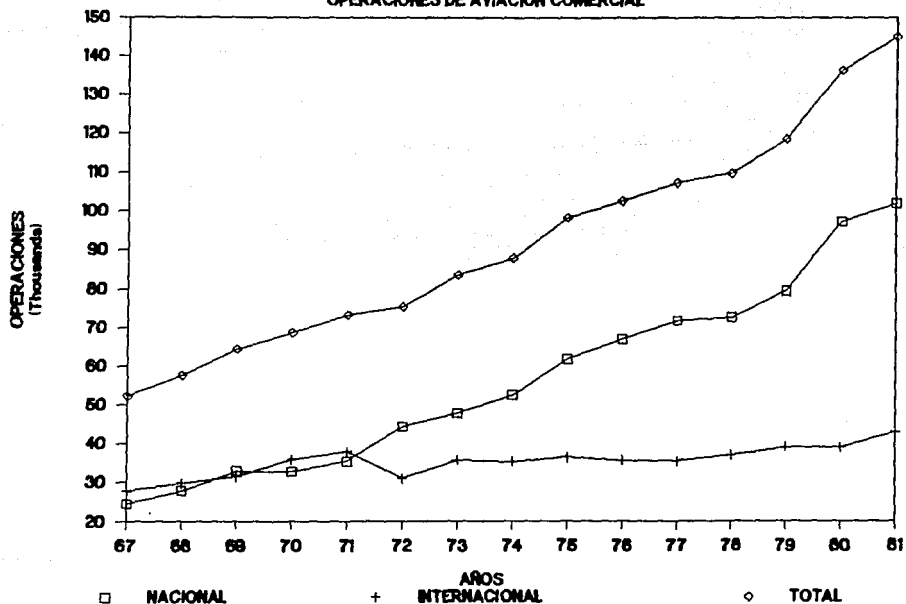
Operaciones de aviación comercial

Año	Nacional		Internacional		Gran Total
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
1967	12,242	12,224	13,830	13,913	52,209
1968	13,884	14,003	14,926	14,830	57,643
1969	16,356	16,515	15,767	15,667	64,305
1970	16,484	16,287	17,690	18,153	68,614
1971	17,963	17,421	18,656	19,308	73,348
1972	22,099	22,302	15,595	15,439	75,435
1973	23,083	24,867	18,782	16,951	83,683
1974	25,805	26,758	18,102	17,270	87,935
1975	30,763	31,027	18,241	18,204	98,235
1976	33,387	33,579	17,842	17,701	102,509
1977	35,744	36,113	17,789	17,607	107,253
1978	36,310	36,440	18,591	18,396	109,737
1979	39,771	39,889	19,554	19,475	118,689
1980	48,352	49,012	19,392	19,532	136,288
1981	50,425	51,590	21,377	21,581	144,973

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 3

OPERACIONES DE AVIACION COMERCIAL



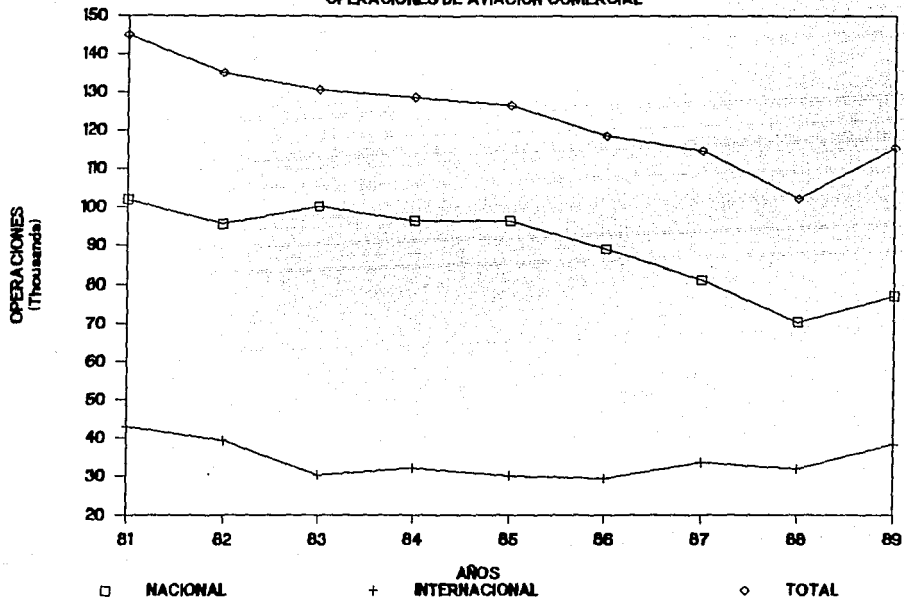
Operaciones de Aviación Comercial por año del período transcurrido de 1981 a 1989.

Año	Nacional		Internacional		Gran Total
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
1981	50,425	51,590	21,377	21,581	144,973
1982	46,727	48,925	19,922	19,460	135,085
1983	49,513	50,815	15,107	15,300	130,831
1984	48,033	48,579	15,851	16,343	128,880
1985	48,039	48,600	14,676	15,456	126,880
1986	44,051	45,257	14,383	15,044	118,857
1987	40,203	41,120	16,484	17,002	114,860
1988	35,017	35,461	15,648	16,240	102,477
1989	38,795	38,564	18,723	19,589	115,798

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares

GRAFICA 4

OPERACIONES DE AVIACION COMERCIAL



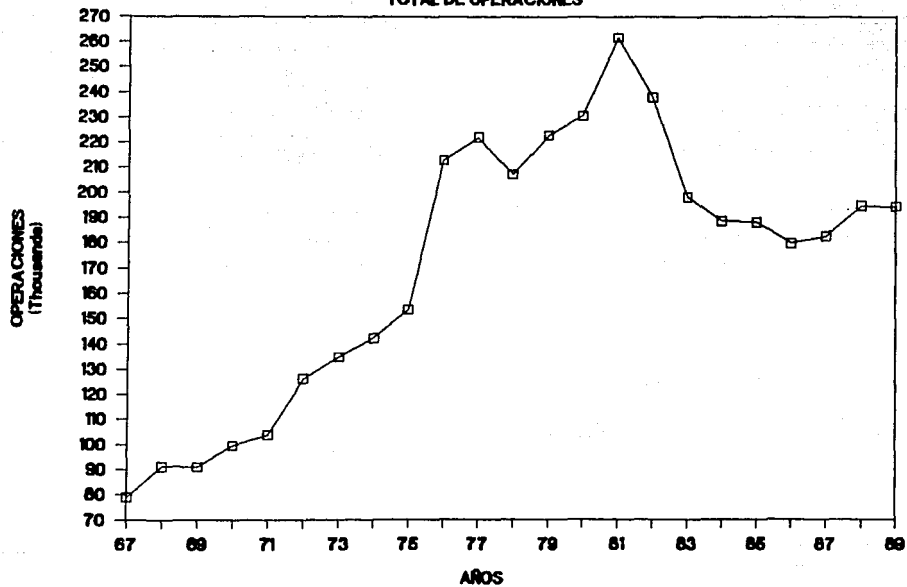
El total de las operaciones registradas en el aeropuerto alcanzó la tasa promedio anual de 9%. La tendencia fue siempre de crecimiento con excepción de 1978. En 1967 el movimiento fue de 78 899 operaciones y para el año de 1981 de 261 531 operaciones, el crecimiento fue de orden de 3.3 veces. Teniendo a partir de 1982 un descenso y luego una recuperación paulatina hasta 1989.

Total de operaciones

Año	Gran Total	Año	Gran Total
1967	78,899	1978	206,972
1968	91,169	1979	222,629
1969	90,915	1980	230,328
1970	99,552	1981	261,531
1971	103,867	1982	237,767
1972	126,171	1983	198,255
1973	134,725	1984	188,610
1974	142,248	1985	188,356
1975	153,630	1986	180,045
1976	212,653	1987	182,774
1977	221,809	1988	194,916
		1989	194,542

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 5
TOTAL DE OPERACIONES

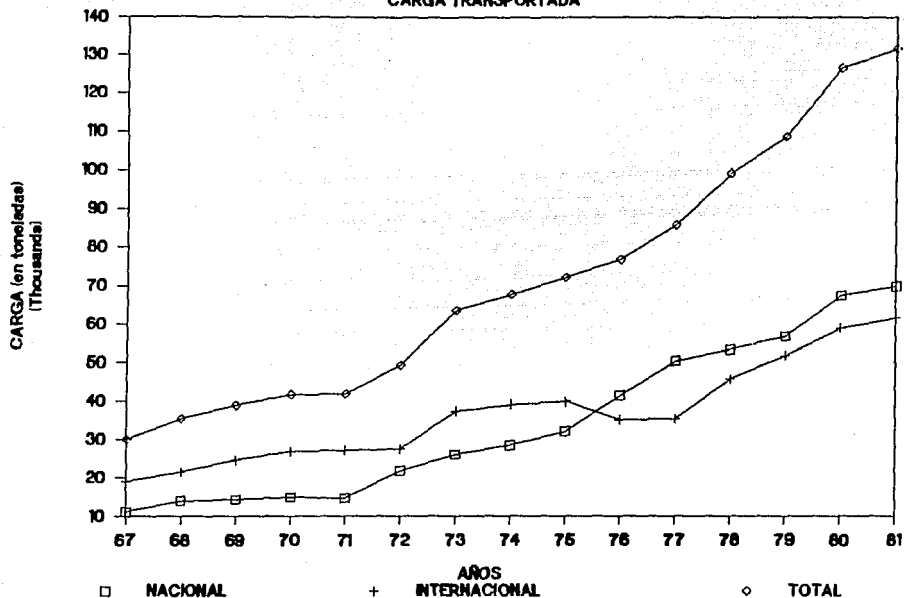


En cuanto a carga en el mismo período de 1967 - 1981 se tomó un movimiento regular ya que tenía una tasa de crecimiento anual de 13% . En 1967 se registraron 30 041 675 kg y en 1981 fueron 131 571 898 kg obteniendo esto un crecimiento de 4.5 veces.

Año	Carga				
	Nacional		Internacional		Gran Total
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
1967	2,659,6	8,424,1	8,223,5	10,734,3	30,041,7
1968	3,816,7	10,144,1	9,957,7	11,579,4	35,498,0
1969	2,778,4	11,515,0	11,628,4	13,019,5	38,941,5
1970	2,747,0	12,153,3	13,337,6	13,507,4	41,745,4
1971	2,888,1	11,805,5	13,055,8	14,196,8	41,946,3
1972	4,487,5	17,319,2	13,676,0	13,859,2	49,342,1
1973	6,056,1	20,014,6	20,510,1	16,861,8	63,442,6
1974	7,587,0	20,933,4	21,122,2	17,979,6	67,622,4
1975	8,573,3	23,654,7	21,826,4	18,139,6	72,194,0
1976	9,609,3	31,932,9	19,315,4	16,052,8	76,910,6
1977	12,248,8	38,235,8	16,562,5	18,849,2	85,896,5
1978	14,654,1	38,797,5	23,617,0	22,250,7	99,319,4
1979	16,516,1	40,316,2	28,647,1	23,259,2	108,738,7
1980	21,023,0	46,481,6	37,452,7	21,571,6	126,529,0
1981	22,557,2	47,322,7	42,765,8	18,926,1	131,571,9

FUENTE : Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 6
CARGA TRANSPORTADA



En correo, el lapso analizado tomó una tasa anual de 5%. Su tendencia fue en crecimiento.

En 1967 se tomó un movimiento de 3 342 661 kg y en 1981, de 4 775 359 kg que equivale a un crecimiento de 1.5 veces.

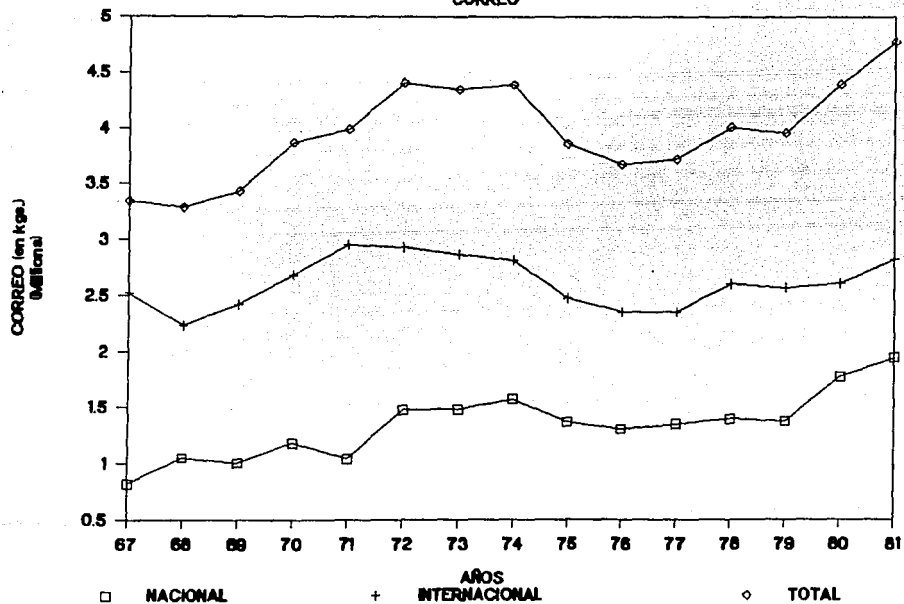
Correo

Año	Nacional		Internacional		Gran
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	Total
1967	285,164	534,067	1,424,915	1,098,515	3,342,661
1968	381,752	668,795	1,190,494	1,043,430	3,284,471
1969	312,804	699,049	1,402,611	1,011,801	3,426,265
1970	511,158	673,128	1,575,343	1,110,186	3,869,815
1971	357,148	683,412	1,667,466	1,279,360	3,987,386
1972	474,150	1,003,886	1,729,040	1,195,204	4,402,280
1973	491,038	994,113	1,736,416	1,124,815	4,346,382
1974	484,996	1,090,829	1,714,949	1,096,574	4,387,348
1975	407,241	966,955	1,670,357	808,419	3,852,972
1976	387,849	920,948	1,590,816	769,992	3,669,605
1977	362,948	991,976	1,583,482	777,003	3,715,409
1978	338,505	1,061,081	1,786,234	822,564	4,008,384
1979	358,591	1,021,740	1,706,931	871,717	3,958,979
1980	492,984	1,287,942	1,795,714	819,863	4,396,503
1981	568,028	1,382,619	1,935,573	889,139	4,775,359

FUENTE: Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

GRAFICA 7

CORREO



I.3 Síntesis

Estos análisis tuvieron una tendencia ascendente hasta 1981 y luego tuvieron un decremento en sus porcentajes de crecimiento porque nuestro país empieza a resentir una situación económica sin precedente, que nos lleva a tener severos ajustes en los programas de inversión por parte de los sectores que conforman la sociedad mexicana. Ajustes que repercutieron en el crecimiento de las demandas aeroportuarias, y no es hasta 1987 cuando se tiene una recuperación, que con su pequeña magnitud nos coloca en la misma situación que en el año de 1981-82 en cuanto a demandas se refiere.

Sin embargo, la situación financiera del país no es la misma que cuando se planteaba el plan maestro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México de 1981; ni tampoco la capacidad aeroportuaria instalada.

Por lo tanto, uno de los elementos clave que han permitido al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, seguir operando con sus saturaciones en algunos elementos, ha sido la participación de los demás aeropuertos de la red nacional, debido a la creación de rutas directas

de un lugar a otro sin la necesidad de pasar por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Las estadísticas nos muestran que en el renglón de pasajeros nacionales, prácticamente se ha mantenido su participación pues en el año de 1967 el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México contribuía con el 37% del total, llegando hasta el 62% en el año de 1980, y en el año de 1984 1/ su participación fue del orden del 38%, esto es en términos absolutos con 1'027 000 pasajeros nacionales en 1967, llegando a 8 483 500 pasajeros en 1984. Estos volúmenes nos muestran los límites de la capacidad aeroportuaria del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; ya que con un parámetro propuesto anteriormente, llegamos al número máximo de pasajeros por atender en condiciones de servicio adecuado y por consiguiente el número de operaciones aeronáuticas se encuentra en su límite en horas críticas provocando los conocidos retrasos y/o cancelación de vuelos.

1/ En esa fecha el servicio que demandaba la región centro era atendido prácticamente sólo por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Benito Juárez".

Por lo tanto, se intenta coordinar la capacidad ya instalada de la región central del país, para ayudar a la descentralización y evitar la saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México haciendo uso de las capacidades probables de los aeropuertos circunvecinos, como son Toluca, Tlaxcala, Querétaro y Puebla, sabiendo que dos de ellos son de carácter internacional y dos de carácter nacional.

CAPITULO II

CAPITULO II

ANALISIS DE LA CAPACIDAD DEL AEROPUERTO DE TOLUCA

II.1 Antecedentes

El Aeropuerto Internacional "José Ma. Morelos y Pavón", de la Ciudad de Toluca, Edo. de México, se localiza en las inmediaciones de las poblaciones de San Pedro Totoltepec y el Cerillo, al NE de la Ciudad.

El aeropuerto de Toluca tiene una pista con designación 15-33, está ubicado en los $19^{\circ}21'13''$ de latitud norte y los $99^{\circ}34'25''$ de longitud oeste, a una altura de 2,580 msnm en el Valle de Toluca. Las temperaturas máxima, mínima y media son de 18°C , 04°C y 13°C , respectivamente y los vientos dominantes son del SSE.

Según datos obtenidos del estudio de aeropuertos de la Región centro realizado por COMEC, tenemos que el aeropuerto se encuentra a 66 km de la Ciudad de México, enlazado por una carretera de alta velocidad (100 km/h) por lo que el tiempo de recorrido de la salida de México a Toluca es de 25 minutos; el retraso que se origina en ocasiones es por la vialidad del límite de México al centro de la misma, ya que en algunas horas se encuentra saturada.

Con respecto a la Ciudad de Toluca el aeropuerto se encuentra a 20 km y está comunicado por una carretera de alta velocidad (100 km/h) por lo que el tiempo de recorrido es de 12 minutos.

Zona Aeronáutica

Características

- a) El aeropuerto tiene una pista de 4,200 x 45 m sus calles de rodaje son de 880 x 24 m.
- b) La pista es de concreto asfáltico con una orientación de NNW-SSE y una capacidad de carga de diseño repartida para sustentar aviones con clave 4D (Ver Apéndice "A") como Boeing B-747-200 o el DC-10-10. Y en cuanto a longitud de pista, el avión crítico es el Lockheed L 1011-500. (COMEC)
- c) Suponiendo condiciones meteorológicas normales (visibilidad mínima de 3,000 m a las cabeceras de las pistas), por las radio ayudas (VOR, DME, NDB) y las ayudas visuales (Sistema PAPI), en la hora crítica se pueden hacer tanto operaciones visuales (VFR), como por instrumentos (IFR).
- d) Las características más comunes de las demandas de operaciones en la hora pico se presentan por la tarde, en las que el 40% son despegues y el 60% restante son aterrizajes.

e) La pista cuenta con las siguientes longitudes utilizables:

Descripción	Longitud utilizable en metros	
	Aterrizaje	Despegue
15	4050	4200
33	4200	4200

Dadas las características de pista y calles de rodaje bajo las condiciones antes mencionadas, según el estudio realizado por COMEC, en la pista es posible efectuar 28 operaciones horarias, por lo que en este aspecto la zona aeronáutica tiene un excedente en capacidad, ya que si se revisan las operaciones potenciales de aviación comercial y general, en el año de 1985 se tuvieron 482 operaciones aproximadamente, de aviones comerciales y 8,795 operaciones de aviación general, las que hacen un total de 9,277 operaciones anuales.

Del análisis para determinar la demanda de las operaciones horarias 2/ se obtuvo: 1 operación de aviación comercial y 6 operaciones de aviación general, que hacen un total de 7 operaciones horarias.

2/ Planificación de Aeropuertos III. "Oferta de Infraestructura"

Zona Terminal

Características

- a) La plataforma de aviación comercial tiene una area de 55,125 m².

La plataforma es de asfalto y tiene una resistencia (estudio realizado por COMEC), para sustentar aviones con clave 4D (Ver Apéndice "A") como el Boeing B-747-200 ó el DC-10-10. El aeropuerto es de tipo internacional y en el edificio terminal se cuenta con 1,080 m² en planta baja y 175 m² en planta alta. Anexo al edificio terminal está localizado un pequeño restaurante-bar de 238 m².

- b) La plataforma de aviación general tiene 34,500 m² de sello asfáltico y es posible sustentar aviones con clave 1A (Ver Apéndice "A") como el Cessna Titan 404 o Beechcraft B-100. Para la aviación general, la documentación se atiende en el edificio anexo en planta baja y ocupa un área aproximada de 352 m².
- c) En el estacionamiento se tienen 182 espacios para los automóviles de los pasajeros y 121 espacios para vehículos de empleados, los que hacen un total de 303 espacios en 9,090 m².

II.2 Situación Actual

Actualmente la plataforma de aviación comercial está distribuida de la siguiente manera: tres posiciones para aviones con clave 4C y D, una para aviones como el Boeing B707-300 y dos para aviones como el DC-9-50. En el área restante de la plataforma se ocupan de 3 a 7 posiciones para aviones con clave 2C como el Learjet 29 y de 16 a 24 posiciones para aviones con clave 1A como el Cessna.

Existen 7 hangares, cada uno con capacidad para dos aviones Cessna o Beechcraft y 9 hangares cada uno con capacidad para tres aviones del mismo tipo, por último se cuenta con 3 hangares con capacidad para tres aviones como el Falcon F20. Por lo que en el total de hangares suman 50 posiciones.

En la plataforma de carga se tiene el área suficiente para recibir dos posiciones de aviones con clave 4 como el Lockheed Hercules L-100.

Del estudio de posiciones simultáneas ^{3/} se dedujo que en la plataforma de aviación comercial, en la actualidad, sólo se requiere de una posición simultánea, y para la aviación general de trece posiciones.

^{3/} Anexo IV, Método Analógico, Demandas de Infraestructura.

Sin embargo, en las plataformas es posible aumentar considerablemente el número de posiciones, ya que el área ocupada por los aviones con clave 1 y 2 puede ser utilizada con aviones de mayor peso, dado que la capacidad de carga de la plataforma está diseñada para recibir aviones con clave 4, por lo que si se desplazan los aviones con clave 1 a la plataforma de aviación general y se sustituyen los aviones con clave 2 por aviones con clave 4, se pueden tener cuatro posiciones en línea de aviones como el Boeing B-727-200 ó DC-9-51 y un Boeing B-707 o un DC-8-63 con equipos de sala móvil se podrían tener tres posiciones más en transporte para Boeing B-727-200 o similar, aumentando el número de posiciones de 1 a 8 en la plataforma de aviación comercial, aunque en este caso sería necesario la construcción de una calle de rodaje de 360 m de longitud, para la circulación de la sala móvil y de los equipos para dar servicio al avión en plataforma .

Con el uso de la plataforma de aviación general se sumarían 42 posiciones de aviones con clave 1 que incluyen 2 helicópteros, quedando todavía para casos de emergencia la posibilidad de utilizar la plataforma de carga para dos posiciones de aviones como el Boeing B-727-200.

Existen otras posibilidades de acomodo de aeronaves de mayor o menor envergadura, aunque el volumen de pasajeros en estos casos es menor.

En el estudio de Aeropuertos de la Zona Centro, con relación al edificio terminal, nos indica que en el área de aviación comercial se requieren de 10 a 14 m² de área por pasajero en la hora crítica, siendo éste un bajo indicador, por lo que con 1,493 m² de construcción se puede atender la demanda de 149 pasajeros en hora pico, lo que equivale a atender un avión, como el Boeing B-727-200 o el DC-9-50.

Para la aviación general, en el edificio anexo se pueden atender un máximo de 44 pasajeros en la hora crítica, considerando que el área destinada para esta actividad es de 352 m², tomando el parámetro mínimo de 8 m² por pasajero. (COMEC).

Instalaciones de Apoyo

a) Torre de Control	30 m de altura
b) Plataforma	12,000 m ²
c) Edificio de Carga	3,675 m ²
d) Patio de Maniobras, Zona de Carga	7,500 m ²
e) Hangares	7,200 m ²
f) Edificio del CREI	350 m ²
g) Edificio Anexo	300 m ²
h) Edificio para Seguridad y Facilidades	640 m ²
i) Edificio de Paquetería Aeroméxico	96 m ²

j) Casa de Máquinas	680 m ²
k) Camino de Acceso y Perimetral	
l) Zona de Combustible	5,220 m ²
Gas Avión 80/87 y 100/130	15,000 l
Turbosina	50,000 l
Hidratante en Plataforma	No

II.3 Síntesis

Se puede decir que en la actualidad la pista estaría utilizada en un 25% debido a que de 28 operaciones horarias que es factible hacer con la población de aviones existentes, sólo se realizan, generalmente, siete operaciones diarias.

La plataforma de aviación comercial sólo se aprovecharía en un 13%, pues se ocuparía con una posición de un avión con clave 4 de tipo Boeing B-727-200 y tiene las características apropiadas para recibir hasta ocho posiciones del mismo tipo.

En la plataforma de aviación general, bien pueden estar 40 aviones de clave 1 y dos helicópteros, sin embargo, sólo se ocuparía el 31%

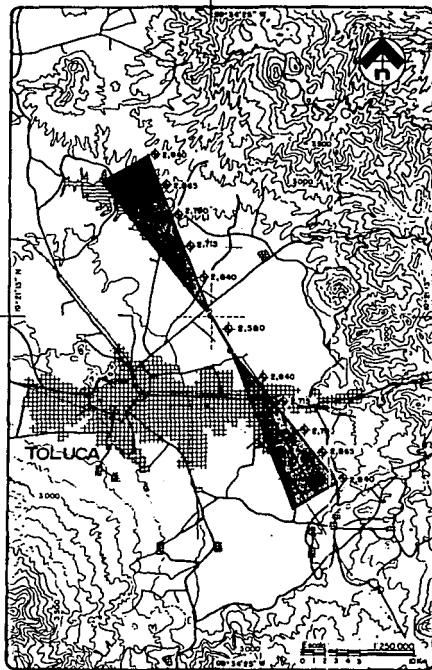
El edificio terminal comercial, atendería una demanda en la hora crítica equivalente al 89% de su capacidad y en el área correspondiente a la aviación general el 73%

Por último, en los estacionamientos se llegarían a ocupar en la hora de mayor demanda el 41% de las superficies que para estos fines se construyeron.

Si se deseara aprovechar la infraestructura existente, logrando un equilibrio entre pista, plataforma y edificio terminal, sería necesario incrementar las demandas actuales de operaciones comerciales hasta lograr una frecuencia de uso del 30% de las 28 operaciones horarias que es posible hacer en la zona aeronáutica, de este modo con ocho operaciones comerciales se requerirían de ocho posiciones simultáneas, que es la capacidad de la plataforma comercial, siempre y cuando se opere con aviones Boeing B-727-200 ó DC-9-51, quedando para la aviación general un máximo de 20 operaciones horarias generales que requerirían de 40 posiciones simultáneas. Con tal población de aviones se generarían 1,057 pasajeros comerciales y 103 pasajeros de aviación general en la hora pico.

Con estas características en la demanda se aprovecharía el 100% del sistema aeronáutico, el 100% de la plataforma comercial y el 100% de la plataforma general.

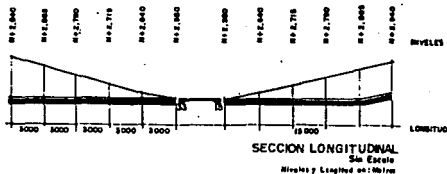
A continuación se muestra los espacios aéreos del Aeropuerto de Toluca que incluyen la superficie para aproximaciones, la superficie cónica y horizontal interna y la superficie de despegues.












espacios aéreos

SUPERFICIE PARA APROXIMACIONES DE PRECISION POR INSTRUMENTOS (OACI). AVIONES CON CLAVE 3 Y 4

toluca



SIMBOLOGIA

-  MANCHA URBANA
-  CUERPOS DE AGUA
-  PISTA
-  CARRETERA
-  VIA FERREA
-  LINEA DE ALTA TENSION
-  ELEVACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR
-  OBSTACULOS EN EL ESPACIO AEREO
-  SUPERFICIE DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS (OACI)

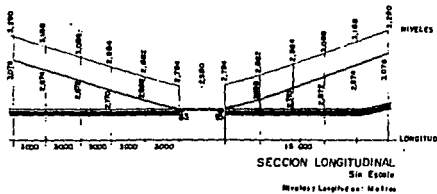
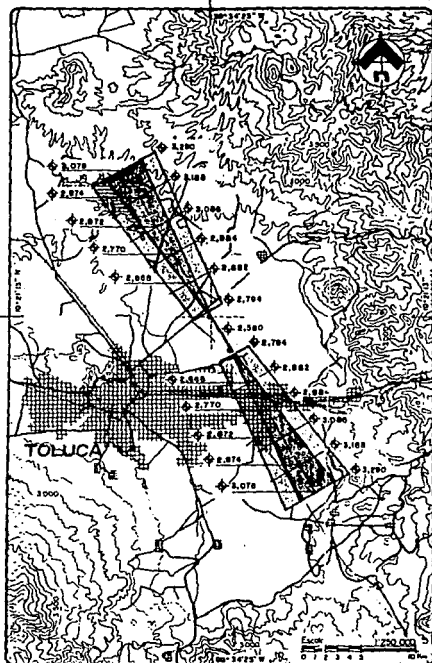
UNIVERSIDAD LA SALLE

TESIS PROFESIONAL
CONRADO LUER HERNANDEZ
FUENTE : COMEC
MEXICO D.F.











espacios aéreos

SUPERFICIE DE APROXIMACION
FINAL ILS (TERPS).

toluca



SIMBOLOGIA

-  MANCHA URBANA
-  CUERPOS DE AGUA
-  PISTA
-  CARRETERA
-  VIA FERREA
-  LINEA DE ALTA TENSION
-  ELEVACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR
-  OBSTACULOS EN EL ESPACIO AEREO
-  SUPERFICIE DE APROXIMACION FINAL ILS
-  SUPERFICIE DE TRANSICION.

UNIVERSIDAD LA SALLE
TESIS PROFESIONAL
CONRADO LUER HERNANDEZ
FUENTE: COMEC
MEXICO D.F.

espacios aéreos











SUPERFICIE CONICA Y HORIZONTAL INTERNA
PARA AVIONES CON CLAVE 4 (OACI)

toluca

DATOS

DESIGNACION	15-33
DIMENSIONES	45 m x 4,200 m.
COORDENADAS	10° 21' 13" N y 90° 54' 25" W.
ELEVACION	2,580 m.s.n.m.
TEMPERATURAS	16 C°, 13 C°, 04 C°
VIENTOS DOMINANTES	SSE
AYUDAS VISUALES	PAPI
RADIO AYUDAS	VOR, DME, NDB.

SIMBOLOGIA

	MANCHA URBANA
	CUERPOS DE AGUA
	PISTA
	CARRETERA
	VIA FERREA
	LINEA DE ALTA TENSION
	ELEVACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR
	OBSTACULOS EN EL ESPACIO AEREO.
	SUPERFICIE HORIZONTAL INTERNA
	SUPERFICIE CONICA

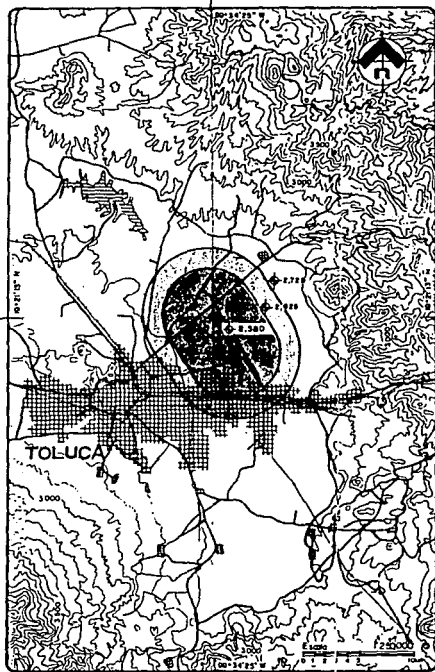
UNIVERSIDAD LA SALLE

TESIS PROFESIONAL

CONRADO LUER HERNANDEZ

FUENTE : COMEC

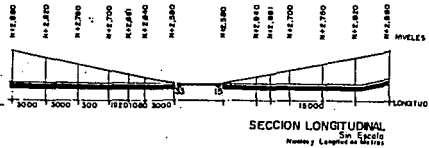
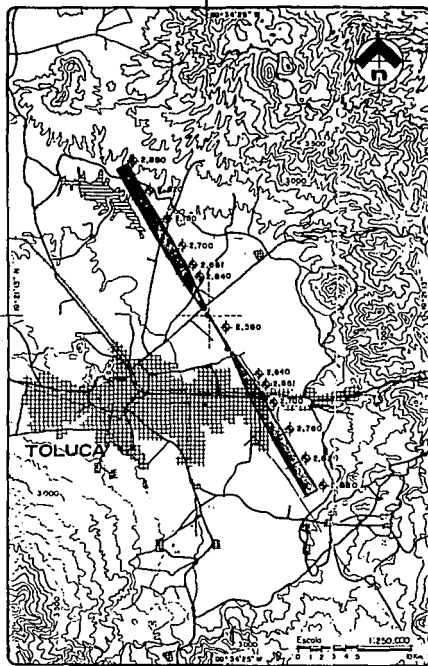
MEXICO D.F.












espacios aéreos

SUPERFICIE DE DESPEGUES (OACI).
AVIONES CON CLAVE 3 Y 4

toluca



SIMBOLOGIA

-  MANCHA URBANA
-  CUERPOS DE AGUA
-  PISTA
-  CARRETERA
-  VIA FERREA
-  LINEA DE ALTA TENSION
-  ELEVACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR
-  OBSTACULOS EN EL ESPACIO AEREO
-  SUPERFICIE DE DESPEGUES (OACI)

UNIVERSIDAD LA SALLE
TESIS PROFESIONAL
CONRADO LUER HERNANDEZ
FUENTE: COMEC
MEXICO D. F.

CAPITULO III

CAPITULO III

CARACTERISTICAS GENERALES

III.1 Pronóstico de Demanda y su Evaluación

La Dirección General de Aeropuertos de la SCT (hoy ASA) preparó un pronóstico relativo a la posible evolución de la demanda bajo dos hipótesis: una tendencia baja y otra de tendencia alta; éstas se presentan en el cuadro siguiente para periodos seleccionados:

Pronóstico de Demanda Preparado por DGA

<u>CATEGORIA</u>	<u>Pronóstico</u>					
		<u>BAJO</u>			<u>ALTO</u>	
<u>Pasajeros</u> (millones)	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Nacionales A	9.5	11.2	12.7	9.9	12.3	14.7
Internacionales A	3.0	3.3	3.5	3.3	3.9	4.5
Terminales A	12.5	14.5	16.2	13.2	16.2	19.2
Tránsito A	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
Totales A	12.7	14.7	16.5	13.4	16.5	19.5
Regionales AA	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0
Totales Comer.	12.7	14.7	16.5	13.4	16.5	19.5
Aviación general	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.3</u>
T O T A L E S	12.9	14.9	16.7	13.6	16.7	19.8

Operación (miles)

Nacionales A	99.7	115.2	128.5	104.0	126.6	148.7
Internacionales A	30.0	31.6	32.7	32.2	37.0	41.5
Totales A	129.7	146.8	161.2	136.2	163.6	190.2
Regionales AA	3.9	3.0	2.5	4.8	4.6	4.6
Total comer.	133.3	149.8	163.7	141.0	168.2	194.8
Aviación General	<u>49.4</u>	<u>40.4</u>	<u>34.7</u>	<u>61.9</u>	<u>63.9</u>	<u>66.2</u>
TOTALES	182.7	190.2	198.4	202.9	232.1	261.0

Carga (miles)

T O T A L	116.0	117.7	118.5	134.1	159.9	185.7
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Actividad horaria

Opns comer.	35	38	41	36	41	47
Opns av. general	33	35	36	34	36	37
Opns combinados	51	53	54	55	61	67
Pax nal. A	2693	3025	3345	2747	3264	3762
Pax int'l. A	1390	1472	1535	1457	1630	1787
Pax comb. A	3314	3722	4073	3447	4065	4664
Pos plat.	36	42	47	38	47	55

* Valores muy bajos para ser tomados en cuenta.

NOTA: La clasificación "A" indica que son vuelos regulares, es decir, son los vuelos que se encuentran en itinerario; en cambio los "AA" son los vuelos denominados como irregulares por tener una capacidad máxima de 60 pasajeros.

Para efectos de la evaluación que deba hacerse con el contexto de esta tesis se tomará un pronóstico modificado, que consiste en suponer que el pronóstico bajo la DGA se cumplirá hasta 1993 y que a partir de 1994, el tránsito comenzará a crecer en las tasas de la hipótesis alta.

Esto quiere decir que con este criterio se sustenta la noción de que el impacto de la crisis ha sido tan severo que aún si se logran y sostienen, a partir de 1990 tasas de inflación similares a las de nuestros principales socios comerciales internacionales, los efectos de la recuperación económica tardaría varios años en dejar sentir su efecto sobre el transporte aéreo nacional.

Por esto los pronósticos preparados bajo estas consideraciones y que servirán de base para esta evaluación se presentan en el cuadro siguiente.

Pronóstico de Demanda Utilizado

CATEGORIA	1990	1995	2000
<u>Pasajeros</u> (millones)			
Nacionales A	9.5	11.5	14.1
Internacionales A	3.0	3.4	4.0
Terminales A	12.5	14.9	18.1
Tránsitos A	0.2	0.2	0.3
Totales A	12.7	15.1	18.4
Regionales AA	00.0*	0.0*	0.0
Totales comerciales	12.7	15.1	18.4
Aviación General	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>
T O T A L E S	12.9	15.3	18.6
<u>Operaciones</u> (miles)			
Nacionales A	99.7	118.0	143.1
Internacionales A	30.0	32.8	37.5
Totales A	129.7	150.8	180.6
Regionales AA	3.9	3.3	3.2
Total comer.	133.6	154.1	183.8
Aviación general	<u>49.4</u>	<u>48.9</u>	<u>65.4</u>
T O T A L E S	183.0	203.0	249.2
<u>Carga</u> (miles)			
Nacional	64.8	68.1	78.0
Internacional	<u>51.2</u>	<u>56.9</u>	<u>68.9</u>
T O T A L	116.0	125.0	146.9

Actividad horaria

Opns comer.	35	39	44
Opns av. general	33	35	37
Opns combinadas	51	54	59
Pax nal. A	2693	3050	3506
Pax int'l. A	1390	1501	1664
Pax comb. A	3314	3789	4278
Pos plataforma	36	43	52

Como resumen de estas tablas tenemos:

Plataformas Comerciales

En la Cd. de México el rendimiento actual es de 325,000 pasajeros anuales/posición, la plataforma tiene capacidad hasta 1990.

Hacia 1995 se observará cierta saturación, que podría evitarse incrementando el rendimiento por posición acerca de 375,000 pasajeros/año.

Hacia el año 2000 este sistema se encontrará plenamente saturado, pues requeriría de un rendimiento de 453,000 pasajeros anuales por posición, parámetro poco probable de alcanzar.

Por lo cual se ve necesario el desplazar a otro aeropuerto la demanda que generaría la saturación de este elemento que sería de algo más de 3'000,000 de pasajeros anuales.

Edificio Terminal

El edificio terminal de la Cd. de México, tiene una superficie destinada para los pasajeros nacionales que alcanza su nivel de capacidad en 1990, en cambio la superficie asignada a los pasajeros internacionales tiene una holgura suficiente para el período 1990 - 2000 sin llegar a su capacidad total.

Por lo tanto si se considera una demanda combinada para el edificio terminal, en términos de suma de sus superficies podrá llegarse hasta el año 1995, pero aún así es posible seguirse operando hasta el año 2000 pero cada vez con niveles de servicio más deteriorados.

Esto quiere decir, que la terminal llegaría a alcanzar niveles de saturación muy cercanos a aquellos con los que operó en 1981 (9 m²/por hora crítica); la saturación será evidente.

Ante esta situación es posible plantear la alternativa de limitar la demanda sobre esta instalación a unos 3,600 pasajeros en hora crítica y derivar la excedente hacia el Aeropuerto de Toluca. El volumen resultante bajo esta hipótesis sería ligeramente superior a 3'000,000 de pasajeros anuales (2000); valor que resulta del cálculo que se obtiene de la diferencia del total de pasajeros de hora crítica y el valor de 3600 pasajeros adoptado.

Longitud de Banqueta

Se trata de un elemento ya saturado incluso hoy en día, y cuya solución debe verse en conjunto con la que se adapte para el edificio terminal.

Vialidad

La vialidad externa presenta indicios de saturación hoy en día; sin embargo, el problema no lo genera en exclusiva el tránsito portuario por lo cual su solución está fuera del alcance de esta tesis.

III.2 Determinación del peso bruto máximo al despegue en los Aeropuertos de Toluca, Edo. Mex. y México, D.F.

El Valle de Lerma, donde se localiza el Aeropuerto de Toluca, se encuentra a mayor elevación sobre el nivel medio del mar que el aeropuerto internacional de la Ciudad de México y este factor produce una restricción en el peso máximo de despegue de las aeronaves.

Al mismo tiempo, la temperatura ambiental en el Valle del Lerma es en promedio 13 C, esto es, cuatro grados más baja que la temperatura ambiental media en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (17 C), lo cual tiene un efecto positivo sobre el peso máximo de despegue de las aeronaves, ya que mientras más frío sea el aire aumenta el peso con el cual puede despegar un avión.

Para la operación de las aeronaves desde el Aeropuerto de Toluca, resulta necesario evaluar cual sería la restricción por mayor elevación y cual la ventaja de una menor temperatura ambiental y combinando ambos factores, determinar si la restricción final comparada con la existente en el AICM, resulta importante o determinante, desde el punto de vista de operación comercial de las líneas aéreas.

El objetivo es determinar si las condiciones operacionales en el Valle de Lerma permiten una operación regular y aceptable de líneas aéreas nacionales e internacionales, considerando la posible restricción al peso máximo de despegue de sus aeronaves.

La condición que se mantiene en este análisis es garantizar el margen de seguridad que todo despegue debe tener, entendiéndose como tal, la carrera sobre la pista, el despegue mismo y la trayectoria, todo ello con falla de motor; considerándose en esta maniobra las limitaciones que presenta el rendimiento de las aeronaves, el tipo de motores, la temperatura ambiental, la altitud, presión, el viento, la pendiente de pista, su naturaleza y estado de la misma; además de tomar en cuenta las distancias legales previstas para estos casos.

Los doce modelos de aeronaves que se consideraron en el estudio fueron:

DC-9-30	DC-10-15	B-737	L-1011
DC-9-80	DC-10-30	B-707	A-300
DC-8-51	B-727-200	B-747	CONCORD

Aeropuertos y Pistas consideradas.- Se consideraron las pistas 05D y 05I del Aeropuerto internacional de la Ciudad de México y la pista 15/33 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca.

Sistema de Aeronave Considerados.- En el análisis se utilizaron los manuales de despacho y de vuelo, así como las diferentes gráficas del fabricante para determinar rendimientos y limitaciones, y obtener el peso bruto máximo al despegue con un motor fuera de servicio.

Tablas.- Los resultados del análisis se muestran en una tabla por equipo que indica los pesos brutos máximos al despegue autorizados a diferentes temperaturas, indicándose además las limitantes a los pesos, y por separado una tabla que muestra comparativamente los pesos autorizados.

La metodología utilizada para la determinación del peso bruto máximo al despegue en el aeropuerto internacional de la Ciudad de Toluca, de las doce diferentes aeronaves comerciales que las líneas aéreas operan en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se muestra a continuación:

a) Estudio

Determinar los PBMD para el AICT de 12 tipos de modelos de aeronaves comerciales.

b) Objetivo

Asegurar el despegue en caso de falla de un motor.

c) Aeronaves, aeropuertos y pistas

Aeronaves consideradas

DC-9-30	DC-10-15	B-737	L-1011
DC-9-80	DC-10-30	B-707	A-300
DC-8-51	B-727-200	B-747	CONCORD

Aeropuertos y Pistas consideradas

AICM - 05D, 05I

AICT - 15 / 33

d) Factores que afectan el rendimiento de las aeronaves

Parámetros opcionales:

- Temperatura
- Altitud-presión
- Viento
- Pendiente longitudinal de la pista
- Naturaleza y estado de la pista

Sistema de las aeronaves:

- Sistema de aire acondicionado, cortado
- Slots

- Tren de aterrizaje arriba
- Gradiente ascenso mínimo requerido en 2: segmento y segmento final
- Empuje normal de despegue
- Un motor inoperativo
- Purga normal
- Antihielo a motores a 0°C

e) Procedimiento de cálculo

Manuales y Gráficas:

- Manual de despacho
- Manual de vuelo
- Gráficas del fabricante

Procedimiento:

Se utilizan diferentes gráficas para determinar rendimientos y limitaciones combinados con sistemas de avión y parámetros operacionales para determinar PBMD con un motor fuera de servicio.

f) Tablas

Pesos por equipo:

- Equipo
- Posición de aletas
- Tipo de motor
- Temperatura
- PBMD
- Limitaciones

PARAMETROS

Temperatura.- La temperatura es un parámetro que afecta sustancialmente la operación de los turborreactores. Su influencia se manifiesta de dos maneras: en el rendimiento del avión y en el rendimiento del motor.

Altitud-Presión.- La influencia de un aumento de la altitud se manifiesta en una disminución de la presión atmosférica, un decremento de la masa volumínica y un incremento tanto de las velocidades verdaderas como de las distancias asociadas al despegue y viceversa; es decir, que a una disminución de la altitud implica un aumento de presión y masa volumínica, un decremento de la velocidad verdadera y distancias asociadas al despegue.

Viento.- El reglamento establece que para soportar cualquier cambio de viento, se debe considerar únicamente la componente de viento en el eje longitudinal de la pista. En el análisis presente se efectúan los cálculos para un viento cero.

Pendiente.- La pendiente longitudinal promedio de la pista se toma en consideración y de acuerdo al reglamento de operación de aeronaves civiles, se admiten pendientes de menos 2% a más 2%. Su influencia es muy marcada sobre las distancias y para el caso de este análisis se consideran las pistas con pendiente cero.

Naturaleza y estado de la pista.- El reglamento de operación de aeronaves civiles establece consignas particulares relativas a:

- Pista húmeda, mojada e inundada
- Hielo o nieve apilonada (no fundida) en la pista
- Slush: combinación de agua, nieve, hielo y lodo.

Sin embargo, en el caso presente sólo se considera una pista dura y seca.

Cálculo.- Los pesos brutos máximos al despegue para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, que aparecen en las tablas de pesos al despegue, fueron obtenidos de los manuales de despacho de las líneas aéreas que operan las aeronaves anteriormente citadas, y son los que utilizan normalmente para el despacho de sus aviones. El cálculo de los pesos brutos máximos al despegue para el aeropuerto de Toluca, se realizó con las gráficas del fabricante. El error que se induce en el cálculo, es menor del 1% y se debe principalmente a la lectura de valores en las gráficas y al redondeo de las cifras.

Aeropuerto	México	México	Toluca
Pista	05I	05D	15/33
Longitud	10,958'	12,796'	13,766'
Elevación	7,341'	7,341'	8,448'
Pendiente	0%	0%	0%

Para el Aeropuerto de México, la longitud disponible de pista indicada para la pista 05I, se considera a partir de la intersección de la calle de Rodaje B, lo cual da una zona máxima libre de obstáculos.

Con el objeto de señalar las justas diferencias de los tonelajes al despegue, se han tomado los pesos autorizados a la pista 05D del AICM, para compararlos con los pesos que resultaron del estudio para la pista 15/33 de Toluca, debido a que si el comparativo se realiza utilizando los pesos autorizados a la pista 05I del AICM, las diferencias mostrarían mucho menor afectación, porque esta pista es de menor longitud y en consecuencia el tonelaje autorizado es menor.

Conclusiones

Restricciones.- de la siguiente tabla se desprenden tres grupos de aeronaves tomando en cuenta los tonelajes que se restringen al operar en el aeropuerto de Toluca.

Restricción al peso máximo de las aeronaves
que despegan del aeropuerto de Toluca,
con respecto al peso bruto máximo de despegue
del Aeropuerto de México (toneladas).

Grupo	Equipo	PBMD	PBMD	% en rela-	Toneladas
		en el AICM	en el AICT	ción al PBMD	de menos AICM-AICT
1	DC-9-80	59.5	58.3	2.01	1.2
	DC-9-30	39.5	37.9	4.05	1.6
	727-200	74.1	71.8	3.10	2.3
	CONCORD	146.9	144.2	1.83	2.7
	737-200	93.2	90.0	3.43	3.2
2	DC-8-51	121.4	116.3	4.20	5.1
	707-328	119.0	113.8	4.36	5.2
	A-300	123.5	117.8	4.61	5.7
3	747-07	292.9	285.1	2.66	7.8
	DC-10-30	208.9	200.0	4.26	8.9
	DC-10-15	205.9	195.0	5.29	10.9
	L-1011	183.3	167.6	8.56	15.7

El grupo 1 es el menos afectado, ya que su tonelaje se limita de 1.2 hasta 3.2 que corresponde de 1.83% al 4.05% del PBMD. Tomando de cada grupo un equipo como ejemplo, para mostrar el tonelaje restringido a tiempo de vuelo. Tenemos que al DC-9-80 se le restringen 1.2 toneladas que equivalen a un tiempo de vuelo de 0:21 horas. Su consumo promedio de combustible es de 3,356 kilos por hora.

El grupo 2 sufre afectación de 5 toneladas que corresponden a un 4% del PBMD y se trata de aviones cuadrirreactores, excepto el A-300 que es trirreactor. Al equipo DC-8-51 se le restringen 5.1 toneladas que equivalen a un tiempo de vuelo de 0:54 horas. Su consumo promedio de combustible es de 5,670 kilos por hora.

El más afectado resulta el grupo 3, que ve restringido su despegue de 7 hasta 15 toneladas y que corresponde a un valor que es del 2% al 8% del PBMD. Excepción hecha del 747-07 que es cuadrirreactor, este grupo es de equipos de alto tonelaje, de 3 reactores. Al equipo DC-10-30 se restringe 8.9 toneladas que equivalen a un tiempo de vuelo de 1:01 horas.

Distancias de vuelo desde la Ciudad de México

- La red actual de rutas es resultado de la concentración de la vida económica del país en la Ciudad de México, tendencia que a su vez ha contribuido condicionando el patrón de viajes en base a un sistema de rutas radiales

que convergen en la capital. Actualmente el 80% de los pasajeros transportados en servicio doméstico tienen como origen o destino el Aeropuerto de la Ciudad de México, al cual le corresponde el 48% de los pasajeros internacionales transportados por AMSA y CMA.

En resumen, la restricción al peso bruto máximo de despegue es mayor en Toluca que en México y afecta a las aeronaves en forma directamente proporcional a su peso.

El grado de restricción en Toluca va de ligero a moderado, afectando poco a los aviones más pequeños de servicio doméstico y más a los aviones mayores de servicio internacional.

Desde la Ciudad de México, el 96.5% del tráfico total se localiza a menos de 4 horas de vuelo; y dado las autonomías de las aeronaves, se concluye que las restricciones al PBMD en el aeropuerto de Toluca no afectarán las operaciones de vuelo nacionales e internacionales.

Los aviones de largo alcance, que sufren una restricción mayor y que vuelan a Europa, por razones comerciales hacen escala en algún punto de los EE.UU. a menos de 4 horas de vuelo de la Ciudad de México.

NOTA: Análisis proporcionado por las autoridades responsables del AICT.

III.3 Análisis de los tipos de vuelos que operan en la Ciudad de México

Ante la imposibilidad de proseguir con las obras de ampliación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y ante la inminencia de su saturación, se ha planteado como una alternativa viable utilizar al Aeropuerto de Toluca como complementario de éste.

Por definición, un aeropuerto complementario es aquel que ha sido diseñado para ser utilizado por ciertos segmentos específicos de la aviación (grupos de vuelos) que permitan evitar la saturación del aeropuerto principal.

A partir de este principio se puede plantear los criterios básicos que se podrán sustentar la racionalidad de la utilización del Aeropuerto de Toluca como complementario al Aeropuerto de la Ciudad de México:

En principio, es necesario, tener certeza sobre la evolución de la demanda y el nivel con que éste presionará a la capacidad existente, así como la capacidad del aeropuerto complementario para convertirse en una solución de largo plazo, justificando como se ha hecho anteriormente la decisión de contar con un aeropuerto complementario para solucionar los problemas de saturación y así justificar el

gasto que se deberá de incurrir para la construcción de dicho acondicionamiento del aeropuerto complementario. Por otra parte es necesario examinar con mucho cuidado como se va a repartir la demanda entre el aeropuerto principal y el complementario bajo un lógico análisis que garantice sus resultados y su permanencia.

Por esto se debe tomar en cuenta que la capacidad instalada por sí misma, no atraerá la demanda pues ésta sola se presentará en la medida que el sistema de transporte aéreo ofrezca al usuario una combinación tal de instalaciones y servicios que le otorguen claras ventajas sobre medios alternos de transporte, esto es, que realmente tengan un servicio de alta calidad.

En varias ciudades se ha planteado la necesidad de descongestionar a un aeropuerto y se examinan como primera opción el trasladar la aviación general a otro aeropuerto; esta solución, que en el futuro deberá tomarse bien sea en Toluca o en otro sitio, no es relevante para los fines de esta tesis, dado que el sistema de pistas-rodajes del Aeropuerto de la Ciudad de México puede verse eventualmente presionado exclusivamente por la aviación comercial; por otra parte existen elementos como el área terminal del Aeropuerto de la Ciudad de México que se ve ya en estados de saturación sobre los que no tiene influencia la aviación general.

Por otra parte se debe determinar la clasificación de los vuelos comerciales regulares en la Ciudad de México para conocer las diversas características que tienen las empresas tanto nacionales como extranjeras para su posible reubicación en el Aeropuerto de Toluca.

La clasificación que se presenta fueron con base en los itinerarios vigentes en el Otoño de 1987 (DGA).

En el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Benito Juárez" existen cinco tipos de operadores comerciales:

1. Líneas aéreas troncales nacionales
2. Líneas aéreas regionales nacionales
3. Líneas aéreas regulares internacionales
4. Líneas aéreas de fletamento internacional
5. Taxis aéreos

El volumen que en 1987 aportaron los taxis aéreos, así como las líneas regionales y de fletamento, en términos de pasajeros fueron inferior al 0.2% y, en términos de operación se superó ligeramente el 2%.

Por esto, en estas condiciones, su impacto sobre la capacidad del aeropuerto y su importancia para fines de esta tesis es totalmente irrelevante, por lo que no se harán consideraciones en relación con estos grupos de vuelo.

Del total de vuelos comerciales regulares que se presentan en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México la Compañía Mexicana de Aviación realiza el 46.8%, Aeroméxico el 35.9% y las empresas extranjeras el 17.3% restante.

De este total también, el 74.6% de los vuelos que se originan en este aeropuerto tienen como destino una ciudad dentro de la propia República Mexicana en tanto, que el 25.4% se dirige al extranjero.

La aeronave más comúnmente utilizada es el Boing 727-200 que realiza casi la mitad del total de vuelo (el 48.4%), seguida del DC9-30 con casi una quinta parte del total, o sea, un 18.1%; después se sitúan en orden decreciente el MD-80 con el 8.5% y el DC-10 con el 7.4%, esto es que los demás equipos tienen una participación inferior al 5%.

Por otra parte se pueden catalogar los vuelos por medio de sus tiempos de vuelo teniendo como resultado que los vuelos de una distancia corta son aquellos que tienen vuelos de menos de una hora quince minutos que representan el 49.8% del total de vuelos, los de distancia media que son entre una hora quince minutos y tres horas de vuelo que abarcan el 35.8% y los de distancia larga que abarcan el 14.4% siendo de éstos las dos terceras partes vuelos de destinos menores a cuatro horas de vuelo.

Una observación detallada de los itinerarios de las empresas nacionales permite determinar que en su formulación se busca el óptimo aprovechamiento de los equipos, mediante las ventajas que ofrecen por cuanto a su grado de adaptabilidad para volar distancias cortas y medias algunos de ellos, y distancias medias y largas los otros.

De esta forma, Mexicana de Aviación utiliza indistintamente sus equipos prácticamente en todas sus rutas, con algunas excepciones derivadas de las limitaciones de operación de equipos como el DC-10 en ciertos aeropuertos, de esta misma forma Aeroméxico opera sus equipos en forma muy flexible.

En el caso de ambas aerolíneas es posible observar que en un mismo día un avión es programado para efectuar diversos tipos de misiones desde la Ciudad de México (vuelos de alcance diferente a destinos nacionales e internacionales).

Como ejemplo se cita el siguiente caso de vuelos asignados a una misma aeronave de tipo MD-80 de Aeroméxico:

LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
MEX-CZM	MEX-TAP	LAX-MID	LAX-MEX	MEX-TAP	LAX-MID	LAX-SJD
CZM-IZH	TAP-MEX	MID-LAX		TAP-MEX	MID-LAX	SJD-LAX
IZH-MEX	MEX-ZIH			MEX-ZIH		LAX-MEX
	ZIH-MEX			ZIH-MEX		MEX-ACA
	MEX-LAX			MEX-LAX		

En este caso se observa que en un mismo día una aeronave es indistintamente utilizada para vuelos cortos como México-Zihuatanejo y vuelos largos como México-Tapachula e inclusive vuelos internacionales como son México-Los Angeles. Como éste, existe un elevado número de ejemplos tanto en las flotas de Aeroméxico como Mexicana de Aviación.

Al examinar la estructura de los itinerarios de las empresas nacionales y la variada gama de utilización que de sus equipos hacen en un mismo día, dificulta seriamente identificar los "grupos" que pudieran trasladarse a Toluca bajo criterios tales como:

Tipos de aeronaves;

Distancias a los destinos; o

Tipos de vuelos (nacionales e internacionales).

En estas condiciones la mejor alternativa que parece presentarse sería el que las empresas nacionales dispusieran de una flota especializada en Toluca para realizar ciertos tipos de vuelos que no interfirieran o se mezclaran con la estructura general de sus itinerarios y de su uso del resto de sus flotas.

Así, se ha identificado como la opción más conveniente, (o al menos la que generaría menos problemas para la integración de itinerarios, el uso de su flota, y por consecuencia la mayor aceptación por parte de las empresas) el trasladar a Toluca los vuelos secos a destinos nacionales; lo cual se entiende como vuelo seco aquel que se origina en un punto "A", con destino al punto "B" y que retorna de inmediato al punto A en una misma aeronave.

Para fines de seleccionar los grupos de vuelos de esta alternativa, es necesario incluir exclusivamente el grupo de ciudades que cuenten con vuelos secos, éstos es, que no tengan otro destino sino que regresen a la ciudad de donde partieron.

Así, sería posible disponer de una flota de aeronaves específicamente destinada a prestar estos servicios desde la Ciudad de Toluca, que sería su base operaciones; éstas, solamente tendrían que ser trasladadas periódicamente al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México para darle algunos servicios de mantenimiento mayor.

Al examinar la información correspondiente a 1987, se observó que los pasajeros transportados en vuelos "secos" con destinos nacionales, operados en el Aeropuerto de la Ciudad de México, alcanzó un volumen de 2 344 206 pasajeros como se aprecia en el siguiente cuadro.

MEXICANA DE AVIACION

MEX-CME	57,683
MEX-CPE	30,133
MEX-BAH	661
MEX-MTT	150,664
MEX-NLD	82,075
MEX-OAX	219,157
MEX-PES	62,191
MEX-TAM	254,863
MEX-TGZ	70,409
MEX-VER	208,000
MEX-VSA	<u>152,208</u>

Total Mexicana 1'292,267

AEROMEXICO

MEX-CJS	89,288
MEX-CTM	22,238
MEX-CUU	96,610
MEX-CVM	24,352
MEX-CZM	9,907
MEX-DGO	46,597
MEX-LEO	71,253
MEX-MAM	82,639
MEX-MID	92,561
MEX-MLM	65,110
MEX-OAX	41,294
MEX-PZA	6,649
MEX-REX	92,894
MEX-SLW	16,001
MEX-TAP	67,207
MEX-TGZ	53,994
MEX-TRC	96,905
MEX-UPN	8,158
MEX-VSA	<u>68,102</u>
Total Aeroméxico	1'051,939
	=====
GRAN TOTAL	2'344,206

Si estos volúmenes de demanda evolucionan con tasas similares a las que se han pronosticado previamente en esta tesis, (tasa baja hasta 1993 y tasa alta de 1994 al 2000) los niveles de actividad que representarán en los horizontes seleccionados son:

Pasajeros de Aeroméxico y Mexicana en
Vuelos Secos desde/hacia la Ciudad de México

1990	1995	2000
2.5 millones	3 millones	3.6 millones

Estos volúmenes corresponden con el nivel de alivio aproximado que requeriría el Aeropuerto de la Ciudad de México.

En la Figura III.1 se identifican las rutas posibles a operar por el Aeropuerto de Toluca.

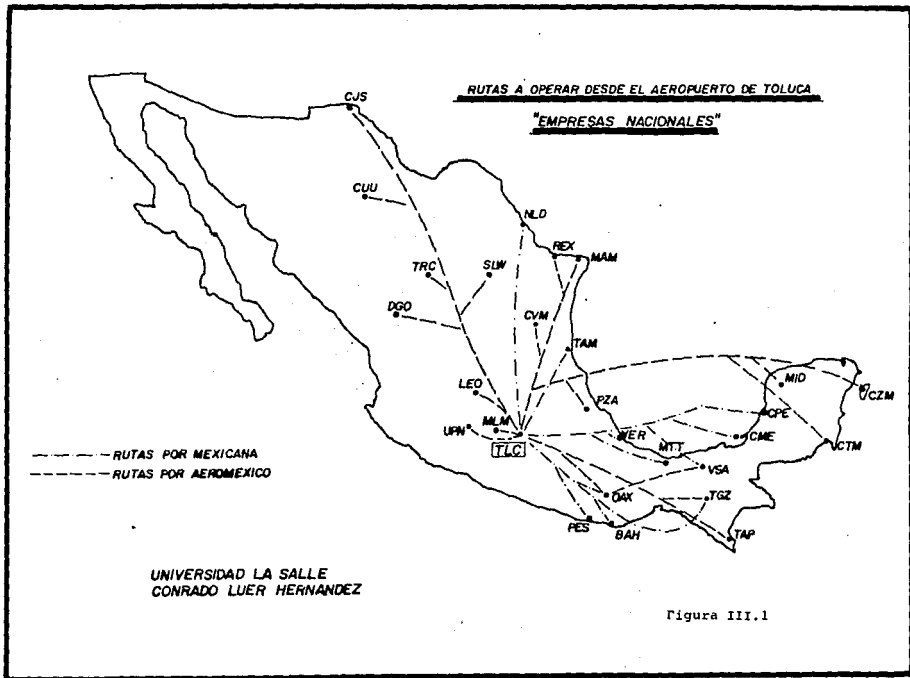


Figura III.1

Empresas Extranjeras

Las líneas aéreas extranjeras movilizan aproximadamente al 65% de los pasajeros en vuelos internacionales que tienen como origen o destino la Ciudad de México; así, en 1987 éstas transportaron un volumen ligeramente superior a los 2 millones de pasajeros de acuerdo con los pronósticos manejados en esta tesis los volúmenes que se tendrán en el futuro serán los siguientes:

1990	1995	2000
2.3 M	2.7 M	3.3 M

Estos volúmenes, aunque son más bajos que los de la alternativa de empresas nacionales, corresponden también con el nivel de alivio que requeriría el Aeropuerto de la Ciudad de México, de tal modo que ésta también constituiría una opción al problema de dicha saturación.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN TOLUCA

El objetivo de este capítulo es ofrecer una perspectiva, a nivel conceptual, de las obras de infraestructura aeroportuaria necesarias para satisfacer la demanda prevista en las alternativas identificadas como susceptibles de ser implementadas en un programa de utilización del aeropuerto de Toluca como complementario al de la Ciudad de México, así como las etapas en que deberían dividirse dichas obras para la adecuada atención de los volúmenes previstos de demanda.

Al analizar la geometría del aeropuerto de Toluca resulta evidente que las alternativas de desarrollo se constriñen al mejor aprovechamiento de una zona, relativamente pequeña, comprendida entre la pista existente y el camino de acceso.

El análisis de las obras de infraestructura necesarias se consideró para tres horizontes de planeación:

- El corto plazo (1991), que se refiere a las obras que sería necesario emprender de inmediato para poner en operación el aeropuerto de Toluca en

1991. Estas se identifican en los apartados correspondientes como: 1991.

- El mediano plazo (1995) que se refiere a las obras necesarias entre 1992 y 1994 para dotar a Toluca de capacidad adecuada hacia 1995. Estas se identifican en los apartados correspondientes como: 1995.
- El largo plazo (2000), que se refiere a las obras necesarias entre 1996 y 1999 para atender la demanda derivada en Toluca hacia el año 2000. Estas se identifican como 2000.

La metodología básica del cálculo consistió en comparar la demanda derivada hacia Toluca en cada hipótesis y en cada horizonte, con la capacidad ofrecida.

IV.1 Alternativa Empresas Nacionales

Obras necesarias para 1991

- a) En cuanto a espacio aéreo no requiere ninguna modificación.
- b) Sistema pistas y rodajes.- La capacidad y equipamiento son marginales se proponen sistemas de iluminación como HIRL para la pista e iluminación en los rodajes.
- c) Plataforma comercial.- La actual plataforma es insuficiente para las posiciones de la hora crítica en

este período; por su ubicación y geometría no se presta a su adecuado desarrollo por lo tanto, se propone la construcción de una nueva plataforma que pueda solventar las necesidades correspondientes.

Se necesitan nueve posiciones aproximadamente para aviones con clave 4C y D, tomando el parámetro de 7500 m²/posición, como mínimo se debe de construir una plataforma de 67,500 m².

- Iluminación de borde de plataforma.
- Alumbrado de nueve posiciones.
- Instalación de hidrantes para nueve posiciones.

d) Edificio terminal.- El edificio es totalmente insuficiente para la demanda esperada, por lo tanto se propone la construcción de un nuevo edificio adyacente a la nueva plataforma en su extremo oeste cuya superficie se obtendrá de parámetro de 7500 m² por cada 1'000,000 de pasajeros anuales. Nos da como resultado una superficie de 18750 m².

- Area y edificio para el CREI.
- El edificio técnico anexo.- Se recomienda acondicionarlo para dicho objetivo.
- Torre de control- Dadas las características de escasa altura y reducidas dimensiones se recomienda construir una nueva.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Es importante mencionar que las separaciones transversales se deben de tomar en cuenta, como son la distancia de la pista a la calle de rodaje y de esta al edificio terminal y tambien tomar en cuenta tanto las aeronaves estacionadas como las aeronaves que estan en circulaci3n.

e) Longitud de banqueta.- Forma parte del nuevo edificio y vialidad interna. Se utiliza el parametro de 3 a 4 pulgadas por cada 1,000 pasajeros; por lo tanto nos da el resultado de 190.5 m.

f) Estacionamientos.- El estacionamiento existente es inadecuado tanto por su ubicaci3n como por sus dimensiones. Se propone dejarlo para el personal y construir los siguientes estacionamientos p3blicos o de servicios que necesitar3n alumbrado:

Tipo	Espacios	m ²
P3blico	1 293	38 790
Oficial	12	360
Renta de autos	58	1 740
Transportaci3n terrestre	<u>50</u>	<u>1 500</u>
	1 413	42 390

g) Vialidades.- Las vialidades se toman con el parámetro de un carril por cada 2 millones de pasajeros por lo tanto en la vialidad exterior no necesita nada, en cambio en la interior hay que definir dos carriles.

h) Almacenamiento de combustible.- Las instalaciones existentes en el aeropuerto son provisionales de modo tal que se requiere desarrollar una zona específica para este propósito.

Por esto se recomienda que sea en una zona junto a los linderos de aeropuerto para no tener riesgo con las operaciones y no interfiera con otros desarrollos del aeropuerto.

Para esto se requiere una área que contendrá:

- Edificio de oficinas y laboratorio
- Tanques de almacenamiento de turbosina con capacidad de 2 millones de litros.
- Tanques de almacenamiento de gasavión 80-87 y 100-130
- Tanques contra incendios.
- Sistema de bombeo a plataforma.
- Un camino de acceso.

i) Area de carga nacional.- En cuanto a historia se refiere se ha obtenido un análisis de aproximadamente 9,850 tn. anuales por cada millón de pasajeros y se tiene una base

de rendimiento de 0.15 m² por tonelada anual, queriendo esto decir que necesitaremos de 3,700 m² de área. Para esto se cuenta con 4,000 m² de las actuales instalaciones.

- j) Area de correo.- Con base en el parámetro de 1 m² por tonelada de correo anual, se sugiere una área de 1,000 m² para el edificio y considerar otra área para patio de maniobras y estacionamientos.

Además de estas obras hay que considerar otras obras como son:

- Energía eléctrica
- Teléfonos
- Alimentación de agua
- Planta de emergencia

Obras necesarias para 1995

- a) Sistema pistas y rodajes.- Para mejorar su capacidad de fluidez es necesaria la construcción de una calle de rodaje paralela a la pista, la cual deberá llegar a las cabeceras, su correspondiente iluminación y sus salidas.
- b) Plataforma comercial.- Se toma en consideración 2 posiciones más por lo tanto se amplía la plataforma en 15,000 m².

- c) Edificio terminal.- Se amplía en 3,750 m².
- d) Longitud de banqueta.- Prolongación en 38 m.
- e) Estacionamientos.- Se requieren las ampliaciones a continuación:

Tipo	Espacios	M ²
Público	193	5 790
Oficial	0	0
Renta de autos	12	360
Transportación terrestre	<u>10</u>	<u>300</u>
	215	6 450

- f) Almacenamiento de combustible: en proporción con el aumento de pasajeros; se amplía en el área de turbosina 400,000 litros.

Obras necesarias para el año 2000

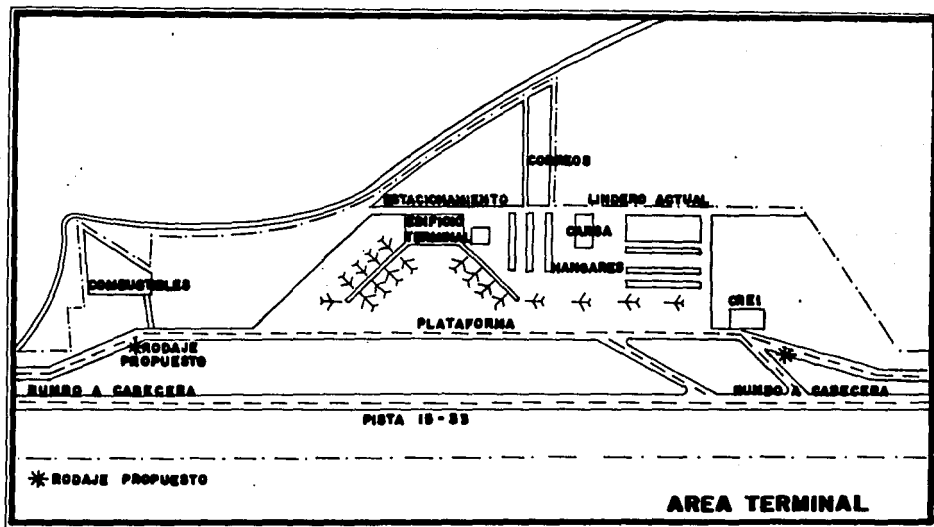
- a) Plataforma comercial.- Se toma en consideración 3 posiciones más; por lo tanto se incrementa su área en 22,500 m² más.
- Alumbrado para tres posiciones.
 - Instalación de hidrantes.
 - Ampliación de iluminación de borde.
- b) Edificio terminal.- Se amplía en 4,500 m²
- c) Longitud de banqueta.- Prolongación en 46 m

d) Estacionamientos:

Tipo	Espacios	M ²
Público	219	6 570
Oficial	6	180
Renta de autos	14	420
Transportación terrestre	<u>12</u>	<u>360</u>
	251	7,530

- e) Almacenamiento de combustible.- En proporción con el aumento de pasajeros se amplía en el área de turbosina 400,000 litros.

A continuación se muestra el plano del Area Terminal del Aeropuerto de Toluca para las Empresas Nacionales.



**AEROPUERTO DE TOLUCA
"EMPRESAS NACIONALES"**

IV.2 Alternativa Empresas Internacionales

Obras necesarias para 1991

- a) En cuanto al espacio aéreo no necesita ninguna modificación.
- b) Sistema de pistas y rodajes.- La capacidad y el equipamiento son insuficientes por lo tanto se proponen las obras que permitan operar a este aeropuerto en condiciones diurnas y nocturnas con aproximaciones de precisión.
- Sistema de iluminación en borde y umbral "HIRL".
 - Luces de aproximación.
 - Sistema ILS
 - Iluminación de Rodajes.
- c) Plataforma comercial.- La actual plataforma es insuficiente para las posiciones de la hora crítica en este período. Por su ubicación y geometría no se presta a su adecuado desarrollo; además de que las aeronaves necesitan una distancia específica para no interferir con la operación del sistema ILS.
- Por lo tanto se proponen 8 posiciones, las cuales necesitan una área de 60,000 m²
- Iluminación de borde de plataforma.

- Alumbrado de las 8 posiciones.
 - Instalación de suministro de combustible mediante hidrantes a las ocho posiciones.
- d) Edificio terminal.- El edificio es insuficiente para la demanda esperada por lo tanto se propone la construcción de uno nuevo. Se toma el parámetro de 7,500 m² por cada millón de pasajeros anuales, nos da como resultado 17,250 m²
- Area y edificio para el CREI.
 - El Edificio técnico anexo.- Se recomienda acondicionarlo para dicho objetivo.
 - Torre de control.- Dadas las características de escasa altura y reducidas dimensiones, se recomienda la construcción de una nueva.
- e) Longitud de banqueta.- Forma parte del nuevo edificio y vialidad interna. Se utiliza el parámetro de 3 a 4 pulgadas por cada 1,000 pasajeros; por lo tanto nos da el resultado de 175 m.
- f) Estacionamientos.- El estacionamiento existente es inadecuado tanto por su ubicación como por sus dimensiones. Se propone dejarlo para los empleados, y construir los siguientes estacionamientos públicos o de servicio que deberán de contar con alumbrado.

Tipo	Espacios	M ²
Público	1 210	36 300
Oficial	12	360
Renta de autos	53	1 590
Transportación terrestre	<u>46</u>	<u>1 380</u>
	1 321	39 630

g) Vialidades.- Las vialidades se pueden tomar con el parámetro de un carril por cada dos millones de pasajeros por lo tanto en la vialidad exterior no necesita nada; en cambio en la vialidad interior hay que definir dos carriles y su distancia.

h) Almacenamiento de combustibles.- Las instalaciones existentes en el aeropuerto son provisionales de modo tal que se requiere desarrollar una zona específica para este propósito.

Por esto se recomienda que sea en una zona junto a los linderos del aeropuerto para no tener riesgo alguno con que interfiera con las operaciones ni con algún otro desarrollo del aeropuerto.

Para esto se requiere una área que contenga:

- Edificio de oficinas y laboratorio.
- Tanques de almacenamiento de turbosina con capacidad de 1.5 millones de litros.

- Tanques de almacenamiento de gasavión 80-87 y 100-130.
- Tanques contra incendios.
- Sistema de bombeo a plataforma.
- Camino de acceso.

i) Area de carga internacional.- De la historia se deriva que se han obtenido aproximadamente 9,850 tn. anuales. Por cada millón de pasajeros y se tiene rendimientos de 9 hectáreas de terreno por cada 100,000 toneladas anuales de carga. Esto nos da como resultado 2.04 hectáreas lo que también implicaría tener una área de maniobras y la construcción de un estacionamiento de servicio. Requiere también de una área para oficinas y de una aduana y de un departamento de sanidad.

j) Area de correo.- Con base en el parámetro de 1 m² por tonelada de correo se sugiere una área de 2 000 m² para el edificio y considerar una área para andenes, patios de maniobras y estacionamientos.

Además de estas obras hay que considerar otras obras como son:

- Energía eléctrica
- Teléfonos
- Alimentación de agua
- Planta de emergencia.

Obras necesarias para 1995

- a) Sistema de Pistas-Rodajes.- Para mejorar su capacidad es necesaria la construcción de una calle de rodaje paralela a la pista la cual deberá de llegar a las cabeceras, su iluminación y sus salidas.
- b) Plataforma comercial.- Se toma en consideración 2 posiciones más por lo tanto se amplía la plataforma en 15 000 m².
- Alumbrado para dos posiciones.
 - Ampliación en iluminación de borde en plataforma.
 - Instalación de dos hidrantes.
- c) Edificio terminal.- Se amplía en 3,000 m²
- d) Longitud de banqueta.- Prolongación en 30.5 m
- e) Estacionamientos.- Se requiere las ampliaciones a continuación:

Tipo	Espacios	M ²
Público	165	4 950
Oficial	0	0
Renta de autos	9	270
Transportación terrestre	<u>8</u>	<u>240</u>
	182	5 460

- f) Almacenamiento de combustibles.- En proporción con el aumento de pasajeros; se amplía la capacidad en 300,000 de turbosina.

Obras necesarias para el año 2000

a) Plataforma comercial

Se toma en consideración 2 posiciones más por lo tanto se incrementa su área en 15 000 m²

- Alumbrado para dos posiciones.
- Instalación de dos hidrantes.

b) Edificio Terminal.- Se amplía en 4 500 m².

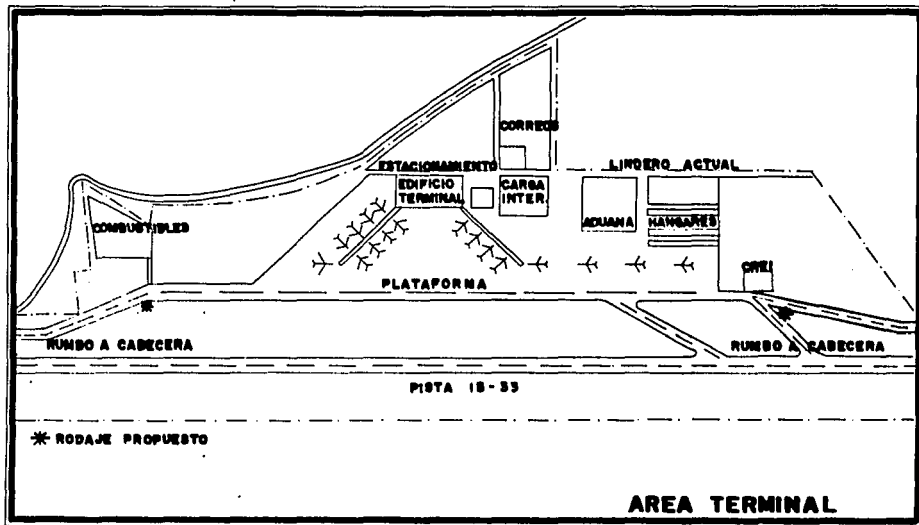
c) Longitud de banqueta.- Prolongación en 46 m.

d) Estacionamientos

Tipo	Espacios	M ²
Público	220	6 600
Oficial	5	150
Renta de autos	14	420
Transportación terrestre	<u>12</u>	<u>360</u>
	251	7 530

e) Almacenamiento de combustibles.- En proporción con el aumento de pasajeros se amplía la capacidad de turbosina en 400 000 litros.

A continuación se muestra el plano del Area Terminal del Aeropuerto de Toluca para las Empresas Internacionales.



**AEROPUERTO DE TOLUCA
"EMPRESAS EXTRANJERAS"**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como consecuencia de las demandas turístico-comercial de tanto usuarios nacionales como internacionales, se ha determinado la necesidad de ampliar la capacidad aeroportuaria de la zona metropolitana.

Teniendo en cuenta que el Aeropuerto "Benito Juárez" de la ciudad de México presenta la siguiente problemática:

El continuar ampliando las instalaciones en el mismo sitio, tendería a crear una terminal excesivamente ahogada dentro del crecimiento urbano, difícil de manejar con la eficiencia técnica-operativa, con los agravantes de incrementar los congestionamientos viales y la contaminación ambiental de la ciudad.

La centralización aeroportuaria en el "Benito Juárez" no permitiría hacer frente a contingencias de desastres naturales u otros eventos, con lo que quedaría incomunicada la capital del país.

Ampliarlo contradice las metas de descentralización que se plantean en el Plan Nacional de Desarrollo.

Y con el objeto de proporcionar un mejor servicio técnico operativo para las aeronaves modernas, lo que se

traduce en eficiencia para pasajeros y transportistas la presente tesis propone la ampliación de las subutilizadas instalaciones del Aeropuerto "José Ma. Morelos" de Toluca, dotándolas de equipos de alta tecnología acordes a las necesidades de la navegación aérea internacional.

Uno de los puntos importantes por considerar es el tiempo que se origina por la distancia que recorre el turista al haber llegado a Toluca y tener que transportarse a la ciudad de México; pero este tiempo se abate casi por completo si se piensa en el tiempo que tarda un turista en el transcurso de haber llegado al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, bajar del avión, recibir su equipaje y salir de éste rumbo a su hotel o destino. Por este motivo sigue siendo una buena opción el trasladar al menos algunas de las aerolíneas a la ciudad de Toluca.

Al decidir en trasladar a las aerolíneas nacionales a la ciudad de Toluca, se debe tomar en cuenta que hay que evitar la duplicidad de equipo y de personal, para esto se propone trasladar completa a la aerolínea incluyendo desde el personal administrativo hasta el equipo mas sofisticado dejando solamente una oficina que enlace a México con la ciudad de Toluca en todas sus operaciones.

Esto mismo se podría aplicar a las aerolíneas extranjeras con la ventaja de que por lo general los empleados de dichas empresas son extranjeros, esto es, una población

flotante, la cual podría radicar tanto en la cd. de México como en la cd. de Toluca.

Solamente que esta opción podría originar que al desplazar las empresas internacionales a la cd. de Toluca, en otros países, las empresas mexicanas pudiesen ser desplazadas a aeropuertos circunvecinos y no estuviesen en el aeropuerto sede del país o del estado, originando modificaciones a las conexiones del pasajero.

Otro punto en el cual se debe de meditar es que los terrenos aledaños al aeropuerto no son todos de éste, por lo tanto, se tendrán afectaciones hacia algunos habitantes. Esto a su vez provocará problemas agrícolas que se tendrán que solucionar en el momento adecuado.

El proceso constructivo se tiene que realizar sin dejar de operar el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca para que no se pierda continuidad en su desarrollo.

Se puede recordar que hace algún tiempo operón en dicho aeropuerto algunas aerolíneas ya establecidas en la capital, pero por falta de auge en dicho cambio, no dieron resultado; pero hoy en día el problema de las saturaciones es mayor y cada vez se hace más necesario dicho cambio.

Esta tesis da lugar a la idea de que en un futuro se pueda descentralizar totalmente el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, no solamente en el Aeropuerto Internacional de Toluca, sino utilizando los

aeropuertos circunvecinos como el de Querétaro ó Puebla, obteniendo así, beneficios para esta macrociudad.

Se debe considerar que los pronósticos son basados en la historia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; por lo tanto la economía de nuestro país participa en la obtención de dichos pronósticos, para esto hay que considerar que aún pese a la crisis sufrida en años anteriores, en el futuro se denota un panorama más estable y productivo, y así poder lograr los objetivos propuestos.

BIBLIOGRAFIA

**Normas y Métodos Recomendados Internacionales
Aeródromos Anexo 14
Organización de Aviación Civil Internacional**

**Estudio de los Aeropuertos de la Región Centro
Dirección General de Planeación
Secretaría de Comunicaciones y Transportes**

**Planning and Design of Airports
Robert Horonjeff
Second Edition
McGraw-Hill Book Company**

**Desarrollo Máximo de las Instalaciones del
Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México
Secretaría de Comunicaciones y Transportes**

**Análisis Actualizado de Opciones de Solución
para el Aeropuerto Internacional de la
Ciudad de México
Subsecretaría de Infraestructura
Dirección General de Aeropuertos
SCT**

Apéndice "A"

Segun el anexo 14 de la OACI el propósito de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo. No se pretende que esta clave se utilice para determinar los requisitos en cuanto a la longitud de la pista ni en cuanto a la resistencia del pavimento. La clave está compuesta de dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones del avión. El elemento 1 es un número basado en la longitud del campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal. Una especificación determinada está relacionada con el más apropiado de los dos elementos de la clave o con una combinación apropiada de estos dos elementos.

Clave de referencia

Elemento 1 de la clave			Elemento 2 de la clave	
Núm. de Clave	Longitud de campo de Letra de referencia del avión	Letra de Clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800 m	A	Hata 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 (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 52 m hasta 60 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
a.	Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal			

Clasificación de Aeronaves

Aeronaves Clave 1 y 2

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista	Enver- gadura Principal	Sep. entre ruedas tren Principal
		(m)	(m)	(m)
Beaver DHC 2	1A	381	14.6	3.3
Turbo Beaver DHC - 2T	1A	427	14.6	3.3
Beechcraft 424R	1A	603	10.0	3.9
Beechcraft A36	1A	670	10.2	2.9
Beechcraft 76	1A	430	11.6	3.3
Beechcraft B55	1A	457	11.5	2.9
Beechcraft B60	1A	793	12.0	4.3
Britten Norman islander BN2A	1A	353	14.9	4.9
Cessna 152	1A	408	10.0	4.9
Cessna 172	1A	381	10.9	4.9
Cessna 180	1A	367	10.9	4.9
Cessna 185	1A	416	10.9	4.9

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
Cessna Stationair 6	1A	543	10.9	4.9
Cessna Stationair Turbo 6	1A	500	10.9	4.9
Cessna Stationair 7	1A	600	10.9	4.9
Cessna Stationair Turbo 7	1A	567	10.9	4.9
Cessna Skylane	1A	479	10.9	4.9
Cessna Turbo Skylane	1A	479	10.9	4.9
Cessna 310	1A	518	11.3	4.9
Cessna 310 Turbo	1A	507	11.3	4.9
Cessna Golden Eagle 421C	1A	708	12.5	4.9
Cessna Titan 404	1A	721	14.1	4.9
Beechcraft E185	1B	753	15.0	3.9
Beechcraft B80	1B	427	15.3	4.3
Beechcraft C90	1B	488	15.3	4.3
Beechcraft 200	1B	597	16.6	5.6

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
De Havilland Twin Otter OHC - 3	1B	497	17.7	3.7
De Havilland Twin Otter Short SC7-3/SC7-3A	1B	616	19.8	4.6
De Havilland Twin Otter OH - 6	1B	695	19.8	4.1
Dash 7 DHC 7	1C	689	28.4	7.8
Learjet 24F	2A	1,005	10.9	2.5
Learjet 28/29	2A	912	13.4	2.5
Short SD - 30	2B	1,106	22.8	4.6
Namc YS - 11	2C	-	-	-
Hawker Siddeley HS125 - 400	3A	1,646	14.3	3.3

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
Hawker Siddeley				
HS125 - 600	3A	1,646	14.3	3.3
Hawker Siddeley				
HS125 - 700	3A	1,768	14.3	3.3
Learjet 24D	3A	1,200	10.9	2.5
Learjet 35D	3A	1,287	12.0	2.5
Learjet 36A	3A	1,458	12.0	2.5
Learjet 54	3A	1,217	13.4	2.5
Learjet 55	3A	1,292	13.4	2.5
Canadair CL600				
Canadair CL600	3B	1,310	18.8	3.6
Fokker F28 - 1000				
Fokker F28 - 1000	3B	1,646	23.6	5.8
Fokker F28 - 2000				
Fokker F28 - 2000	3B	1,646	23.6	5.8
Nord 262				
Nord 262	3B	1,260	21.9	3.4
Antonov AN - 24				
Antonov AN - 24	3C	1,600	29.2	8.8
Convair 240				
Convair 240	3C	1,301	28.0	8.4
Convair 440				
Convair 440	3C	1,564	32.1	8.6
Convair 580				
Convair 580	3C	1,341	32.1	8.6
Convair 600				
Convair 600	3C	1,378	28.0	8.4

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
Convair 640	3C	1,570	32.1	8.0
McDonnell Douglas DC - 3	3C	1,204	28.8	8.5
McDonnell Douglas DC - 4	3C	1,542	35.8	8.5
McDonnell Douglas DC-6A/6B	3C	1,375	35.8	8.5
McDonnell Douglas DC-9-20	3C	1,551	28.5	6.0
Fokker F27 - 500	3C	1,670	29.0	7.9
Fokker F27 - 600	3C	1,670	29.0	7.9
Fokker F27 - 3000	3C	1,640	25.1	5.8
Fokker F27 - 4000	3C	1,640	25.1	5.8
Fokker F27 - 6000	3C	1,400	25.1	5.8
Buffalo DHC - 5D	3D	1,471	29.3	10.2
Airbus A300 B2	3D	1,676	44.8	10.9
BAC 1 - 11 - 200	4C	1,884	27.0	5.2
BAC 1 - 11 - 300	4C	2,484	27.0	5.2
BAC 1 - 11 - 400	4C	2,420	27.0	5.2

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
BAC 1 - 11 - 475	4C	2,286	28.5	5.4
BAC 1 - 11 - 500	4C	2,408	28.5	5.2
Boeing B - 727 - 100	4C	2,502	32.9	6.9
Boeing B - 727 - 200	4C	3,176	32.9	6.9
Boeing B - 737 - 100	4C	2,499	28.4	6.4
Boeing B - 737 - 200	4C	2,295	28.4	6.4
Boeing B - 737- Advanced 200	4C	2,707	28.4	6.4
Aerospatiale Caravelle 12	4C	2,600	34.3	5.9
Concorde	4C	3,400	25.5	8.8
McDonnell Douglas DC-9-10 4C	4C	1,975	27.2	5.9
McDonnell Douglas DC-9-30	4C	2,134	28.5	6.0
McDonnell Douglas DC-9-40	4C	2,091	28.5	5.9
McDonnell Douglas DC-9-50	4C	2,451	28.5	5.9

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
McDonnell Douglas				
DC-9-80	4C	2,195	32.9	6.2
Hawker Siddeley				
Trident 1E	4C	2,590	29.0	7.3
Hawker Siddeley				
Trident 2C	4C	2,780	29.0	7.3
Hawker Siddeley				
Trident 3	4C	2,670	29.0	7.3
Viscount 800	4C	1,859	28.6	7.9
Airbus A 310				
Airbus A 310	4D	1,845	43.9	10.9
Airbus A 300 B4				
Airbus A 300 B4	4D	2,605	44.8	10.9
Boeing B - 707 - 100				
Boeing B - 707 - 100	4D	2,454	39.9	7.9
Boeing B - 707 -				
Advanced 100	4D	3,206	39.9	7.9
Boeing B - 707 - 200				
Boeing B - 707 - 200	4D	2,697	39.9	7.9
Boeing B - 707 - 300				
Boeing B - 707 - 300	4D	3,088	44.4	7.9
Boeing B - 707 - 400				
Boeing B - 707 - 400	4D	3,277	44.4	7.9
Boeing B - 720				
Boeing B - 720	4D	1,981	39.9	7.5

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
Boeing B-757-200 (Preliminar)	4D	2,057	38.0	8.7
Boeing B-767-200 (Preliminar)	4D	1,981	47.6	10.8
Canadair CL - 44D - 4	4D	2,240	43.4	10.5
Convair 880	4D	2,652	36.6	6.6
Convair 880 M	4D	2,316	36.6	6.6
Convair 990 - 30 - 5	4D	2,788	36.6	7.1
Convair 990 - 30 - 6	4D	2,956	36.6	7.1
McDonnell Douglas DC-8-43	4D	2,947	43.4	7.5
McDonnell Douglas DC-8-55	4D	3,048	43.4	7.5
McDonnell Douglas DC-8-61	4D	3,048	43.4	7.5
McDonnell Douglas DC-8-63	4D	3,179	45.2	7.6
McDonnell Douglas DC-10-10	4D	3,200	47.4	12.6

Modelo de Avión	Clave	Long. Mínima de Pista (m)	Enver- gadura (m)	Sep. entre ruedas tren Principal (m)
McDonnell Douglas				
DC-10-30	4D	3,170	50.4	12.6
McDonnell Douglas				
DC-10-40	4D	3,124	50.4	12.6
Ilyushin IL - 18V	4D	1,980	37.4	9.9
Ilyushin IL - 62M	4D	3,280	43.2	8.0
Lockheed L - 100 - 20	4D	1,829	40.8	4.9
Lockheed L - 100 - 30	4D	1,829	40.4	4.9
Lockheed L - 188	4D	2,066	30.2	10.5
Lockheed L - 1011 -1	4D	2,426	47.3	12.8
Lockheed L - 1011 - 200	4D	2,569	47.3	12.8
Lockheed L - 1011 - 500	4D	2,844	47.3	12.8
Tupolev TU - 134 A	4D	2,400	29.0	10.3
Tupolev TU - 154	4D	2,160	37.6	12.4
Boeing B - 747 - 10				
Boeing B - 747 - 200	4E	3,060	50.6	12.4
Boeing B - 747 - SR	4E	3,150	59.6	12.4
Boeing B - 747 - SP	4E	1,860	59.6	12.4
Boeing B - 747 - SP	4E	2,710	59.6	12.4