



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

104

ZFJ

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DEL AEROPUERTO DE
TOLUCA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

MARINA

MAYORQUIN

RUIZ



DIRECTOR DE TESIS:

ING. FEDERICO DOVALI R.

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-063/94

Señorita
MARINA MAYORQUIN RUIZ
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. FEDERICO DOVALI RAMOS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

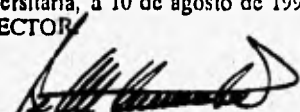
"ANÁLISIS DEL AEROPUERTO DE TOLUCA"

- I. **ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AEREO EN LA CD. DE MEXICO**
- II. **PROBLEMATICA GENERAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO**
- III. **PROPOSICIONES DE AMPLIACION DE CAPACIDAD DEL AEROPUERTO**
- IV. **ANÁLISIS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TOLUCA, COMO UNA OPCION**
- V. **CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 10 de agosto de 1994
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

u. JMCS/RCR*nl

AGRADECIMIENTOS

BERTHA Y J.R.

**CREO QUE LO MÁS DIFÍCIL DE ESTA TESIS, ES TENER QUE
AGRADECERLES EN TRES LÍNEAS LO QUE USTEDES HAN HECHO
POR MI TODA UNA VIDA.**

A USTEDES ESTE MI PRIMER LOGRO

A MIS HERMANOS:

**MONY Y JULIO
JOSÉ RAMÓN
MARCO ANTONIO
MARIANA**

POR TODO ESE TIEMPO COMPARTIDO

**A MI TIA SONIA POR TODO EL CARÍO Y APOYO QUE ME HA
OFRECIDO EN ESTOS AÑOS ¡ GRACIAS !**

**A LA MEMORIA DE POLLO QUIEN DEJO TANTOS BELLOS
RECUERDOS EN LA FAMILIA.**

**AL ING. DOVALÍ POR SU GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE
MI PRIMER ESFUERZO**

A MI CASA DE ESTUDIOS

INDICE

1. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	1
1.1 Desarrollo histórico y estado actual.....	1
1.2 Estadísticas.....	6
2. PROBLEMÁTICA GENERAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO.....	28
2.1 Análisis operacional.....	28
2.1.2 Pistas.....	43
2.1.3 Plataformas.....	52
2.1.4 Edificio de pasajeros.....	55
2.1.5 Estacionamiento.....	62
2.1.6 Aviación general.....	64
3. PROPOSICIONES DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD.....	72
3.1 Zumpango.....	73
3.2 Lago de Texcoco.....	74
3.3 Toluca.....	75
3.4 Otros.....	76
4. ANÁLISIS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE TOLUCA, COMO UNA OPCIÓN.....	78
4.1 Antecedentes.....	78
4.2 Estadísticas.....	85
4.3 Estado Actual.....	90
4.3.1 Pistas.....	90
4.3.2 Plataforma.....	91
4.3.3 Edificio de pasajeros.....	92
4.3.4 Estacionamiento.....	93
4.3.5 Vialidad.....	93
4.3.6 Terrenos.....	94
4.4 Posibilidades de desarrollo.....	95
5. CONCLUSIONES.....	112

BIBLIOGRAFÍA

**CAPITULO 1. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO
EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

1.1 DESARROLLO HISTÓRICO Y ESTADO ACTUAL

DEFINICIÓN DE "AEROPUERTO"

Se entiende como AEROPUERTO, al área de tierra definida y adecuada para el despegue, aterrizaje y movimiento en superficie de aeronaves civiles. Este debe de contar con obras e instalaciones adecuadas que proporcionen comodidad y seguridad tanto al usuario como a las aeronaves.

Se puede decir también que un AEROPUERTO es la liga entre dos medios de transporte, y éste está formado por un conjunto de sistemas entrelazados que al momento de unirse constituyen lo que se denomina AEROPUERTO.

Los sistemas que forman un aeropuerto son:

**ESPACIOS AÉREOS
PISTAS, CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMA
EDIFICIO DE PASAJEROS Y/O CARGA
CAMINOS DE ACCESO
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES**

Estos sistemas básicos que constituyen el aeropuerto, no tienen un orden de preferencia, es decir, todos se deben manejar con la misma importancia, ya que si alguno de ellos falla, falla el conjunto.

Se puede resumir entonces, que el área de tierra utilizada para ascenso, descenso y movimiento de aeronaves, considerada como liga entre dos medios de transporte, está formada por sistemas que vienen a constituir lo que se denomina AEROPUERTO, y no se debe permitir la falla en ninguno de los sistemas, ya que el principal afectado sería el usuario que comúnmente se le denomina pasajero y/o carga.

Los datos que se presentan en el desarrollo histórico del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Lic. Benito Juárez" fueron obtenidos de los artículos "ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO" así como "EL DESARROLLO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CIUDAD DE MÉXICO", proporcionados por el departamento de prensa y relaciones públicas de Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

DESARROLLO HISTÓRICO Y ESTADO ACTUAL.

La aviación civil en la Ciudad de México, se inició en la década de los 20's operando en las pistas de tierra que ocupaba la aviación militar en los llanos de Balbuena.

Debido al crecimiento de la industria de la transportación aérea y al peligro que representaba operar en este tipo de pistas, el 1º de Julio de 1928 por acuerdo presidencial se crea el Departamento de Aeronáutica Civil, quedando al frente de éste el Ing. Juan Guillermo Villasana, quien dedica toda su atención al proyecto, localización y construcción del Aeropuerto para la Ciudad. de México.

"Puerto Central Aéreo", nombre con el cual se había designado al actual Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), incluía aparte de las pistas, hangares, campo deportivo para pilotos y turistas, una escuela de aviación y un edificio para el Aéreo Club de México.

Los trabajos de deslinde y fijación del perímetro de Puerto Central Aéreo se iniciaron en Junio de 1928, pero no fue, hasta el año de 1929 que salió la aprobación definitiva del proyecto del ingeniero Juan G Villasana para el que definitivamente se llamaría Aeropuerto Central de México, y que estaría ubicado en los terrenos de los ejidos del Peñón, terrenos de la propiedad Federal del Lago de Texcoco en la parte norte, y en la parte oriente terrenos propiedad del SR. FayJet.

El primer paso que se dio, fue la conformación de 800 m para la construcción de la pista Norte-Sur y posterior a esta la 10-28 denominada de "vientos cruzados".

El primer edificio de pasajeros, constó de una bóveda central y dos alas norte y sur, de dos niveles. Teniendo en el primer nivel locales de la empresas de aviación, un vestíbulo amplio y deambulatorios, un restaurante y locales comerciales, mientras que en el segundo nivel se encontraban las oficinas de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP).

Frente al edificio se encontraba la plataforma y más allá la comandancia del aeropuerto.

Ambos edificios estarían comunicados por un puente que resguardaría a los pasajeros de las inclemencias del tiempo al momento de abordar la nave que estaría estacionada bejo dicho puente.

En 1931 la SCOP inauguró el Aeropuerto Central de México, y como dato importante tiene que el primer piloto aviador que utilizó la pista 5 izquierda fue el Capitán. Felipe H García un 5 de Noviembre de 1929.

En el año de 1933 la gran bóveda fue demolida por un temblor así como toda la terminal que nunca llegó a terminarse.

Dado lo anterior se inicia la construcción del segundo edificio de pasajeros que estaría ubicada en el mismo sitio que ocupó el primero. Este segundo edificio, se inauguró en el año de 1938 siendo más amplio y cómodo, también constaba de dos niveles,

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

ubicando en el primer nivel locales comerciales, un restaurante, mostradores de las empresas de aviación además de contar con la primera oficina de operaciones y control de vuelo. En el segundo nivel se encontraba la comandancia del aeropuerto, las oficinas de inspección aérea, la oficina de transbordos postales, un mirador y una cafetería.

El control de tránsito en las primeras épocas del aeropuerto central, fue realizado por medio de banderas en una pequeña plataforma situada frente a la caseta de la antigua comandancia.

La primera torre de control operada por Radio Aeronáutica Mexicana S.A (RAMSA), fue inaugurada el 1º de Julio de 1945, pero la radionavegación aeronáutica se inició en 1942 con American Airlines con la instalación de la Radio Guía DE TEPEXPAN, en la frecuencia de 359 KHZ, con la que se operó la primera AEROVIA Nacional MEX-MTY, vía Actopan y Tamuín.

En lo referente a hangares, se tiene que fueron dos los primeros hangares que se construyeron en el Aeropuerto Central de México. El primero fue edificado por la compañía Mexicana de Aviación y el segundo por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Westinghouse fue la Compañía que diseñó y construyó el primer sistema de alumbrado del Aeropuerto Central de México.

Se instaló también un faro de recalada, en el Cerro del Peñón las luces del linderó, las de señalamiento de obstáculos, el clinómetro y un Banco de luces de cabecera, precursor del actual sistema VASI. Las obras eléctricas se terminaron el 11 de Febrero de 1931.

El segundo edificio de pasajeros durante los 16 años posteriores, prestó servicios eficientemente a la industria del transporte aéreo, posterior a estos años se requirió de un aumento en el edificio aumentando en la parte sur de una ala y una plataforma para recibir vuelos internacionales de PAN AMERICAN AIRWAYS, TACA, AIR FRANCE, KLM, Y CANADIAN PACIFIC, agregándose además servicios de aduana e inmigración.

Añadiendo a esta remodelación en el vestibulo central un mural de Juan O'Gorman como elemento decorativo llamado "La Conquista del Aire por el Hombre".

Sin embargo el crecimiento en la industria de la transportación aérea fue inminente y en 1948 se toma la decisión de construir una segunda pista paralela a la existente la 05D-231 que ayudaría a absorber una parte de la creciente demanda que se presentaba en aquella época.

En 1950 el segundo edificio con todo y remodelación ya era insuficiente para la cantidad de pasajeros que se manejaban, dado lo anterior, se aprueba el nuevo proyecto para la realización de un nuevo edificio, pero, no fue hasta el año siguiente en que se inicia la construcción del edificio terminal al NE del Aeropuerto, en la zona del Cerro del Peñón.

Simbólicamente fue inaugurada la tercera terminal en Noviembre de 1952, constando el edificio con 280 mts de longitud, 24 puertas de acceso, sistemas de andenes techados para accesos a taxis y terrazas de observación. Dividido este nuevo edificio en tres secciones; el vestíbulo central, la sección de empresas aéreas de aviación nacional y la sección internacional.

Con este último edificio mencionado, se tenían entonces tres pistas en operación, la 05I-23D con una extensión de 3100*40 m; la 05D-23I con 3360*45m y la 13-31 con una extensión de 2360*40m, con 10 calles de rodaje de 23 m de ancho.

Oficialmente se inaugura el tercer edificio el 1º de Junio de 1954.

Durante el sexenio de Adolfo López Mateos (1958-1964) el Aeropuerto fue elevado a la categoría de Aeropuerto Internacional De la Ciudad de México.

En 1964 fueron inauguradas las primeras instalaciones centrales de Combustible, incluyendo una estación de bomberos.

A fines de los años 50's el tráfico era tal que excedía las expectativas.

Para inicios de los 70's, ya en el aeropuerto se habían hecho modificaciones y expansiones, entre esos cambios se tiene áreas de espera, tiendas, puertas, pasillos telescópicos para llegada y salida de pasajeros, salas móviles. Del lado sur del edificio se construyó áreas nuevas.

El 15 de Agosto de 1979 el entonces presidente José López Portillo inauguró las obras de remodelación programadas en ese mismo año, debido al aumento que se presentaba en la población de pasajeros, estas obras constituían un moderno sistema de flujo transversal para hacer más fluido el tránsito y la tramitación de los pasajeros en vías de aerolíneas extranjeras. Además de añadir en el centro del edificio una sala cultural del INBA y de ASA.

En la salida nacional se concentraron los mostradores de empresas nacionales, sistemas de transportación de equipaje, sistema de computación para reservaciones y fue en este mismo año en que regresa al Aeropuerto la obra pictórica de Juan O'Gorman al salón principal.

En esta última inauguración ya se contaban con las instalaciones de Servicios a la Navegación del Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) y la nueva torre de Control.

En el año de 1991 se amplía nuevamente el edificio de pasajeros, área en que se ubicó la nueva sala internacional.

Como se puede observar el AICM ha sufrido cambios radicales a lo largo de toda su vida, el desmedido aumento de la población de pasajeros, factor principal de estos cambios, ha llevado al aeropuerto a transformaciones en su estructura en plazos muy cortos. En la actualidad, según datos obtenidos por el Sistema Estadístico Aeroportuario 1994, el AICM "Lic. Benito Juárez" cuenta con lo siguiente:

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Nombre	LIC. BENITO JUÁREZ
Distancia a la Ciudad (km.)	5
Tiempo a la Ciudad (min.)	30
Año de incorporación a ASA	1965
Fecha prop. inmueble	ASA 10 DE JUNIO 1965

DATOS GENERALES AERONÁUTICOS

Categoría	NOVENA
Clasificación	INTERNACIONAL
Tipo	METROPOLITANO
Superficie	780.8 Ha
Elevación	2237 MSNM
Latitud	19 g 26'N
Longitud	99 g 04'W
Temperatura Máx	25 g C
Temperatura Min.	3.6 g C
Temperatura de Referencia	25 g C

ZONA AERONÁUTICA

Pistas
Rodajes
Plataforma Comercial

EDIFICIOS

Edificio de atención aviación comercial
Edificio de atención aviación. general
Estacionamientos

INSTALACIONES DE APOYO

Edificios de apoyo
Zona de combustible
Vialidades
C.R.E.I (Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios)

AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Ayudas visuales
Radio ayudas

El AICM es el aeropuerto más importante a nivel nacional, ya que en el mismo se realiza alrededor del 40 % del movimiento aéreo total del país. Debido a la demanda que se ha ido incrementando a través de los años, éste a sufrido modificaciones en sus sistemas, aún con esto algunos de sus sistemas han llegado a su límite de utilización racional, y la existencia de otros que no permiten modificaciones o ampliaciones conllevan a problemas de capacidad.

Por lo anteriormente mencionado se hace necesario un análisis del AICM que permita ver con claridad la situación actual de dicho aeropuerto. Con este fin se presenta a continuación el siguiente análisis en el cual se detallarán los sistemas de que constituye el aeropuerto y la tendencia que llevan.

1.2 ESTADÍSTICAS

El estudio y análisis del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México es importante debido a la cantidad de operaciones aéreas y de pasajeros que en éste se generan anualmente. Dado lo anterior se considera importante hacer una comparación entre los diferentes aeropuertos existentes en el país, para ello se presentan las siguientes estadísticas que comprenden de 1988 a 1991, las cuales dan una perspectiva general acerca de la cantidad de pasajeros y operaciones de la aviación comercial que maneja cada uno de ellos, ubicando con esto a los aeropuertos más importantes del país.

Estadísticas proporcionadas por Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

AEROPUERTO	1988	1989	1991
MÁS DE 8 MILL			
Ciudad de México	11,284,072	12,152,630	13,001,887
ENTRE 1 Y 8 MILL			
Guadalajara	3,738,347	4,124,822	4,582,304
Cancon	2,138,081	3,177,872	3,834,874
Acapulco	1,815,582	1,837,208	1,803,408
Puerto Vallarta	1,828,381	1,872,575	1,880,287
Tijuana	1,774,282	1,740,488	1,718,088
Monterrey	1,408,508	1,628,812	1,882,803
Mexicali	1,128,073	1,178,880	1,148,040
ENTRE 400 MIL Y 1 MILL			
Zihuatanejo	588,825	588,808	570,888
Merida	688,388	778,880	884,808
Cozumel	808,881	887,384	838,883
La Paz	584,818	488,838	448,808
ENTRE 300 MIL Y 400 MIL			
Oaxaca	481,801	438,838	448,278
San José del Cabo	444,888	584,772	688,888
Hermosillo	508,113	488,848	500,488
Villahermosa	342,838	388,341	480,484
Manzanillo	388,188	308,488	280,718
ENTRE 200 MIL Y 300 MIL			
Culiacán, Chihuahua, Los Mochis, Tampico Zacatecas	1,477,488	1,788,130	2,088,384
ENTRE 100 MIL Y 200 MIL			
Agua Prietas, Col. Oregón, Col. Juárez, León Col. del Carmen, Durango, Morelia, Toluca Minatitlán, Oaxtepec, Torreón y Veracruz	1,888,081	2,128,187	2,283,808
MENOS DE 100 MIL			
Quaymas, Huixtla, Matamoros, Nuevo Laredo Puerto Escondido, Raymón, San Luis Potosí Tepic, Tepic, Campeche, Chetumal, Puebla Col. Victoria, Colima, Loreto, Morelia, Nogales Pasa Roca, Saltillo, Toluca n, Toluca, Uruapan.	1,053,881	1,188,018	1,384,488

FUENTE: AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

Se observa que el aeropuerto que le sigue en movimientos de pasajeros al de la Ciudad de México, es el aeropuerto "Miguel Hidalgo y Costilla" de Guadalajara Jalisco, ocupando un segundo lugar con una marcada diferencia entre ellos en el número de pasajeros. La cantidad de pasajeros que manejó anualmente el AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad De México) es tres veces mayor que el de Guadalajara, Jal. inclusive se observa que el crecimiento anual de pasajeros del Aeropuerto "Miguel Hidalgo y Costilla" es menor que el de la Ciudad de México, situando a este último en lugar preferencial en cuestión de pasajeros.

AEROPUERTO	1988	1989	1990	1991
MÁS DE 100 MIL				
Ciudad de México	102,479	116,798	137,774	172,389
ENTRE 10 MIL Y 100 MIL				
Acapulco	20,066	21,137	21,834	21,289
Cd. del Carmen	18,171	15,282	14,362	13,389
Culiacán	13,878	13,842	14,148	18,219
Cancún	23,888	27,186	40,089	48,888
Chihuahua	10,208	9,649	11,864	12,842
Cosumel	18,538	18,988	14,387	12,843
Guadalajara	48,622	51,938	61,104	74,688
Monterrey	13,437	18,728	22,682	34,019
Mazatlán	18,408	17,802	18,489	18,674
Puerto Vallarta	19,468	21,218	22,447	28,188
Tijuana	11,818	18,008	17,188	22,388
ENTRE 8 MIL Y 10 MIL				
Durango, Hermosillo, La Paz, Los Mochis, Tepic Merida, Oaxaca, San José del Cabo, Villahermosa y Zihuatanejo	72,388	86,888	88,018	108,778
ENTRE 2 MIL Y 8 MIL				
Agua Prieta, Cd. Obregón, Cd. Juárez, León, Morelia, Minatitlán, Reynosa, San Luis Potosí, Tampico, Toluca, Tuxtla, Uruapan, Veracruz, Zacatecas y Manzanillo	80,808	88,294	722,948	88,391
MENOS DE 2 MIL				
Compuche, Chetumal, Cd. Victoria, Guaymas Hualahua, Colima, Lerdo, Matamoros, Mexicali Nuevo Laredo, Nogales, Pasa Rico, Puebla Puerto Escondido, Saltillo, Tapanahua, Tehuacan, Tuxtla Gutiérrez, Tamulín	18,808	21,004	28,018	32,889

FUENTE: AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

En lo respectivo a operaciones de la aviación comercial encontramos nuevamente situado en primer lugar al AICM con una diferencia considerable en el número de operaciones respecto al aeropuerto "Miguel Hidalgo y C." de Guadalajara, Jalisco.

Las estadísticas a través del desarrollo humano han jugado un papel importante ya que esta ligada con métodos científicos en la toma, organización, recopilación, presentación y análisis de datos, tanto para la deducción de conclusiones como para tomar decisiones razonables de acuerdo con tales análisis.

Las estadísticas que se presentan a continuación proporcionan el movimiento ocurrido en el AICM a partir del año 1967. Mediante estos datos y de su análisis correspondiente ha sido posible pronosticar el comportamiento que tendrá el Aeropuerto en años futuros.

Todas las estadísticas y pronósticos que se presentan en el capítulo I "Análisis del crecimiento del transporte aéreo en la ciudad de México", fueron obtenidos del Sistema Estadístico Aeroportuario correspondiente a 1994.

ESTADÍSTICA DE PASAJEROS TOTALES DE MÉXICO.

Los datos estadísticos comprende los siguientes tres niveles de aviación en que ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares) divide actualmente:

**AVIACIÓN COMERCIAL "A"
AVIACIÓN REGIONAL "AA"
AVIACIÓN GENERAL**

Donde:

Aviación Comercial "A". Movimientos generados por vuelos de las líneas aéreas de itinerario y fletamento, tanto nacional como internacional.

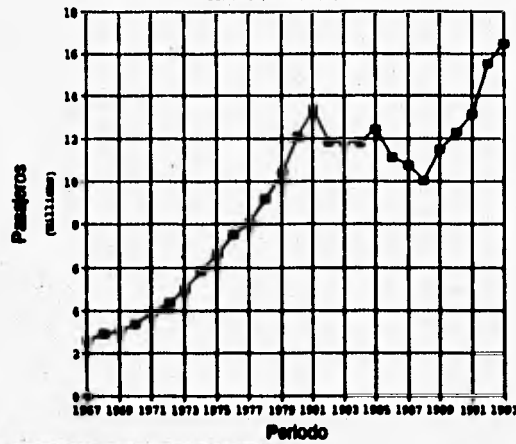
Aviación Comercial "AA" o Regional. Movimiento correspondiente a los vuelos de las líneas comerciales sin itinerario regular (generalmente son taxis aéreos) así como aquellos cuyo radio de acción es totalmente local.

Aviación General. Aquí queda comprendido el movimiento generado por vuelos privados nacionales e internacionales y los de aviación oficial.

Es importante mencionar que el registro del tráfico de la aviación comercial "AA" o regional se inicio partir del año de 1978 por este motivo se podrá observar una disminución de la aviación comercial "A" derivada de desglosaría en estos dos tipos de aviación comercial.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

GRAN TOTAL

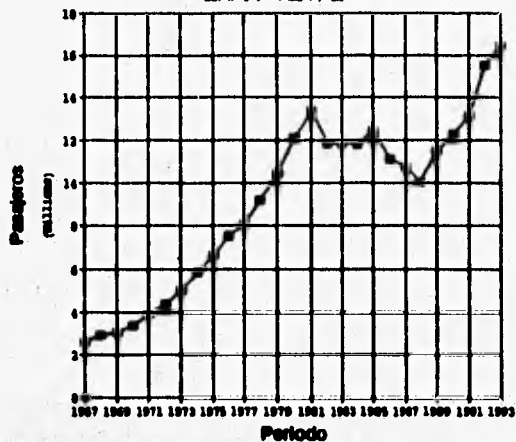


ANO	TOT.AV.COM (A)	TABA %	TOT.AV.REG (AA)	TABA %	TOT.AV GRAL	TABA %	GRAN TOTAL	TABA %	ANO
1967	2,842,189				28,882		2,871,071		1967
1968	2,846,827	11.88			31,308	-8.77	2,878,135	11.73	1968
1969	3,025,884	6.29			33,885	8.28	3,059,769	6.31	1969
1970	3,288,780	8.88			41,212	21.82	3,330,002	8.87	1970
1971	3,829,908	16.88			41,270	0.14	3,871,178	12.28	1971
1972	4,282,880	12.88			47,288	14.81	4,330,168	13.88	1972
1973	4,888,440	14.01			68,820	48.88	4,957,260	14.31	1973
1974	5,788,848	18.84			77,884	18.88	5,866,732	18.88	1974
1975	5,888,880	13.88			78,888	-8.81	5,967,768	13.88	1975
1976	7,388,818	12.74			138,788	68.88	7,527,606	13.88	1976
1977	7,818,888	8.72			88,881	68.88	8,007,769	7.88	1977
1978	8,881,884	14.47	33,131		201,448	-18.77	8,183,462	13.84	1978
1979	10,178,284	13.71	27,512	-18.88	88,882	18.87	10,444,888	13.71	1979
1980	11,838,218	18.32	88,888	128.88	218,288	-8.82	12,118,188	18.88	1980
1981	12,888,881	9.72	88,878	88.81	281,888	38.88	13,259,647	18.44	1981
1982	11,888,888	-11.31	48,288	-81.88	287,848	-11.77	11,888,888	-11.81	1982
1983	11,888,134	1.38	18,188	-82.37	188,828	-34.88	11,888,888	8.34	1983
1984	11,832,188	-0.41	18,884	8.01	148,388	-11.41	11,881,488	-8.88	1984
1985	12,231,888	5.18	18,388	-8.18	158,888	2.82	12,453,881	8.18	1985
1986	10,842,318	-10.84	18,728	2.88	138,888	-4.47	11,113,978	-10.48	1986
1987	10,838,888	-3.88	15,788	-18.81	188,788	11.01	10,724,443	-3.88	1987
1988	9,848,717	-8.88	21,384	38.84	181,884	8.88	10,051,985	-8.28	1988
1989	11,288,888	14.28	17,877	-18.83	188,888	8.71	11,488,653	14.28	1989
1990	12,122,831	7.81	28,477	63.87	184,847	-21.28	12,337,155	7.88	1990
1991	12,888,138	8.88	42,814	48.28	188,873	8.78	13,178,823	7.01	1991
1992	15,418,888	18.87	24,788	-42.38	88,888	-43.83	15,536,564	17.87	1992
1993	16,315,887	8.83	28,884	8.81	128,418	38.13	16,473,189	7.01	1993
T.Prom		7.75		8.28		8.88		7.73	

FUENTE: SISTEMA ESTADISTICO AEROPORTUARIO 1994. ASA

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

GRAN TOTAL



ANO	TOT.AV.COM (A)	TABA %	TOT.AV.PEB (AA)	TABA %	TOT.AV GRAL	TABA %	GRAN TOTAL	TABA %	ANO
1967	2,942,100				29,000		2,971,101		1967
1968	2,946,027	11.00			31,200	-4.77	2,977,227	11.73	1968
1969	3,025,504	0.20			30,000	0.20	3,055,504	0.31	1969
1970	3,200,700	0.00			41,212	21.00	3,241,912	0.57	1970
1971	3,200,000	16.00			41,270	0.14	3,241,270	10.00	1971
1972	4,200,000	12.00			47,200	14.01	4,247,200	13.00	1972
1973	4,000,440	14.01			60,000	40.00	4,060,440	14.31	1973
1974	5,700,000	10.00			77,204	15.00	5,777,204	10.00	1974
1975	6,000,000	13.00			70,000	-0.01	6,070,000	13.00	1975
1976	7,300,010	12.74			130,700	00.00	7,430,710	13.00	1976
1977	7,010,000	0.72			242,051	00.00	6,000,010	7.00	1977
1978	8,001,004	14.47	20,121		201,440	-10.77	6,100,000	13.04	1978
1979	10,170,004	13.71	27,012	-10.00	200,000	10.07	10,444,000	13.71	1979
1980	11,000,215	16.20	00,000	100.00	210,000	-0.20	12,110,100	10.00	1980
1981	12,000,001	0.72	00,070	00.01	201,000	30.00	12,201,000	10.44	1981
1982	11,000,000	-11.01	40,200	-01.00	207,000	-11.77	11,200,000	-11.01	1982
1983	11,000,134	1.30	10,100	-02.37	100,000	-34.00	11,000,000	0.34	1983
1984	11,000,100	-0.41	10,004	0.01	140,000	-11.41	11,001,000	-0.00	1984
1985	12,231,000	5.10	10,000	-0.10	100,000	2.00	12,400,001	6.10	1985
1986	10,042,310	-10.04	10,725	2.00	100,000	-0.47	11,110,070	-10.40	1986
1987	10,000,000	-3.00	15,700	-10.01	100,700	11.01	10,704,400	-3.00	1987
1988	9,040,717	-0.00	21,304	30.04	101,004	0.00	10,001,000	-0.00	1988
1989	11,200,000	14.00	17,077	-10.00	100,000	0.71	11,400,000	14.20	1989
1990	12,122,001	7.01	20,477	63.07	104,047	-21.00	12,207,000	7.20	1990
1991	12,000,100	0.00	42,014	45.26	100,070	0.70	12,170,000	7.01	1991
1992	15,410,000	10.07	24,700	-42.30	00,000	-43.00	15,530,010	17.07	1992
1993	16,310,007	5.00	20,004	0.01	120,010	30.13	16,470,001	7.01	1993
T.Prom		7.70		0.00		0.00		7.73	

FUENTE: SISTEMA ESTADISTICO AEROPORTUARIO 1994-ASA

Se puede observar en el período de 1967-1983 de la estadística de pasajeros totales de México una tasa media de crecimiento de 7.73 %. Tomando los datos correspondientes al "Gran Total", se observa que se presenta un incremento significativo en la población de pasajeros del año 1967 al año 1980, produciéndose el primer decremento de 1981 a 1982 del 11.6 %, esto debido a que el transporte aéreo es extremadamente sensible al comportamiento de la economía, reciente los efectos por los que atraviesa el país internamente, resultando también impactado por los ajustes de orden internacional.

Produciéndose más adelante otro decremento en el período de 1985-1988, posterior a este año comienza un ascenso en la población de pasajeros. En 1988 se tenía una población de pasajeros de 10,051,195 teniendo en el año de 1991 una población de 13,170,523 pasajeros, es decir, en sólo tres años la población se incrementó en 3,119,328 pasajeros. Como se muestra en las tablas estadísticas la población de pasajeros que se impone, es la debida a la aviación comercial presentándose en esta última también los decrementos mencionados anteriormente.

Las variables que se consideran en el Sistema Estadístico Aeroportuario (SEA) para realizar los modelos de demanda que se tienen en el presente capítulo son:

VARIABLES ECONÓMICAS

- a) PIB Nacional
- b) PIB Sectorial (Extracción de petróleo y gas; petroquímica y química básica)
- c) PIB de restaurantes y hoteles
- d) Índice de precios

VARIABLES DEMOGRÁFICAS

- a) Población total nacional
- b) Población regional
- c) Población local

VARIABLES FINANCIERAS

- a) Paridad del peso respecto al dólar estadounidense

VARIABLES TURÍSTICAS

- a) Cuartos de hotel de la región turística de influencia del aeropuerto

VARIABLES DE LA AVIACIÓN COMERCIAL

- a) Tarifas aéreas

Estas variables afectan para que se de un aumento o disminución en la población de pasajeros.

Dado lo anterior se analiza el comportamiento del Producto Interno Bruto Nacional en el período comprendido en estadísticas. Este análisis se basa en datos obtenidos de los informes del banco de México.

EL PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL

Con una panorámica del comportamiento del PIB se trata de presentar el proceso del desarrollo económico seguido por nuestro país, el cual, como se mencionó anteriormente influye directamente en los medios de transporte.

A principios de la década de los setentas se empezaron a manifestar algunas deficiencias de la oferta de productos básicos en los sectores agropecuario, energético y siderúrgico. Esto aunado a una contracción de la demanda, no se reflejó en los niveles de los precios.

Sin embargo en 1972, se dieron los primeros síntomas de la existencia de desequilibrios en la estructura económica del país, debido a la expansión de la demanda que provocó la política fiscal y monetaria y por los factores expansionistas derivados de la recuperación de la actividad económica internacional.

En 1973 y 1974 se elevó el déficit del sector público el cual se tuvo que financiar con recursos inflacionarios, y por otra parte, se elevaron los precios mundiales. De este modo se observaron alzas de precios, déficit en la cuenta corriente de la balanza de pagos y pérdidas en el poder adquisitivo para importantes grupos de población.

A esto se sumó la necesidad de incrementar las importaciones de petróleo y granos.

Bajo estas circunstancias, el año de 1976 se inició dentro de un panorama de desajustes económicos. Durante este año, la evolución de la economía se mostró desfavorable; se presentó una notable alza en la tasa de inflación y una marcada reducción de la actividad económica.

El aparato productivo fue insuficiente, el consumo privado se estancó debido al deterioro del poder adquisitivo de importantes sectores de la población, el déficit del sector público se acentuó y se devaluó la moneda nacional de 12.50 pesos por dólar a 20.50 pesos.

Además, en 1976 se acentuó el cambio en la estructura de la demanda sin que existieran cambios importantes en el aparato productivo, lo que creó situaciones de escasez de producción en actividades como la agropecuaria, la petroquímica y la alimentaria; mientras que, en otros, se dieron aumentos en la capacidad no utilizada, principalmente la industria automotriz, fibras químicas, y la de textiles de fibras sintéticas.

De este modo, el PIB sólo se elevó un 2.1 % la tasa más baja de crecimiento desde 1953.

Dado lo anterior, se tiene en la estadística de pasajeros totales de México un decremento en la tasa de crecimiento en el año de 1977, tanto en la aviación comercial como en la aviación general.

Sin embargo, gracias al descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo y del incremento de sus precios internacionales durante 1976, la economía se movió bajo el

signo de una notable recuperación de nivel de su actividad, la cual fue acompañada por un moderado abatimiento de la inflación.

En 1978 el PIB aumento un 7% a precios constantes, tasa muy superior a la de 8.3% ocurrida en 1977. Así, por segundo año consecutivo de la producción y del ingreso real, en forma simultánea con una reducción en el ritmo de la inflación.

De esta manera se confirmó la capacidad de la economía para salir del estancamiento.

En 1979, el PIB se incrementó en un 9.2% y en 1980 el incremento fue de 8.3%. Durante 1980 la economía del país se movió bajo la presión de un fuerte impulso de la demanda agregada. La expansión simultánea del gasto público y de la inversión realizada por el sector privado, fue a su vez el elemento más importante que estimuló el crecimiento de la demanda global.

El crecimiento del PIB para estos años fue reflejo de rápidos incrementos de la producción en casi todos los sectores de la oferta, destacando el petróleo, la construcción, la actividad agrícola las *comunicaciones y transportes*.

Teniendo para 1980 la tasa de crecimiento más grande en la aviación comercial en el periodo de 1967-1991.

El rápido incremento de las importaciones fue notable en el caso de las materias primas. El aumento en la producción originó un fuerte incremento en el empleo y el aumento en los ingresos laborales que originó esta alza, compensó la caída de que habían registrado los salarios reales.

La evolución de la economía durante 1980, mostraba una alta tasa de expansión del ingreso y de la inversión, y también un elevado ritmo de inflación. Este proceso se apoyó en la cada vez más amplia capacidad para importar, asociada al aumento de las exportaciones petroleras.

Sin embargo al finalizar 1982 el país afrontaba la más grave crisis económica desde la Gran Depresión Mundial. Durante ese año el PIB cayó hasta el 0.5 %, y la inflación llegó al 96.8% . El clima de incertidumbre y desconfianza se agudizó y trascendió al año de 1983 como uno de los aspectos más graves a que habría de enfrentarse la economía.

Debido a esto se produce el primer gran decremento en la población de pasajeros en estos años.

No fue hasta 1985 año en que el PIB creció al 2.7%, tasa inferior a la registrada al año anterior, que fue del 3.7% . Aún con esto, en el área de transporte aéreo se produce un incremento en la población de pasajeros, con una tasa de 5.10%. Sin embargo, mientras en 1984 la actividad económica siguió una trayectoria ascendente a lo largo de todo el año, en 1985 tal tendencia se prolongó sólo durante el primer semestre, advirtiéndose un estancamiento en el segundo. Ello se debió a diversos factores que influyen sobre la oferta evolucionaron desfavorablemente partir de la segunda mitad del año. En particular, la disponibilidad de crédito se redujo y el costo de los insumos y bienes de capital importados aumentó.

Durante la mayor parte de 1984, el dinamismo de la economía estuvo alimentado por la demanda externa y por la mejoría de las condiciones financieras de las empresas. El proceso de recuperación de la inversión y del consumo interno iniciado en 1984 continuó durante el primer semestre de 1985, pero en la segunda mitad del año se desaceleró como resultado de varios factores; uno de los más importantes fue la disminución de la exportación de petróleo, ya que la meta de exportar un promedio de 1.5 millones de barriles de petróleo crudo durante 1985 sólo se logró hasta 1.43 millones. Además, el precio promedio en el mercado internacional del crudo, disminuyó en casi un 6% respecto al promedio registrado en 1984.

Para 1986 el PIB había caído en un 3.8%, volviendo a tener una tasa negativa de crecimiento en la población de pasajeros, aumentando hasta 1989 con una tasa de crecimiento del 14%.

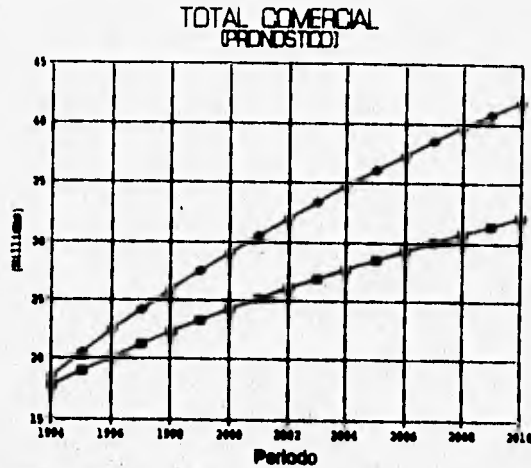
Para 1990 El PIB había aumentado en 4.5% y se tiene a partir de este año un decremento en el PIB produciéndose con esto también un decremento en la población, quedando en 1991 con una tasa de crecimiento de pasajeros de 7.01%.

El año de 1992 tuvo una tasa de crecimiento con respecto al año anterior de 17.97%, esto representó un incremento en el número de pasajeros de 2368093. Este crecimiento impresionante en el número de pasajeros no se tenía pronosticado a tal magnitud en el SEA 1992, ya que en éste se tenía para escenario alto un pronostico de 14763839 pasajeros, es decir, 1593316 pasajeros más de los esperados, rebasando así las expectativas que se tenían aún considerando el escenario alto. El año de 1993 tuvo una tendencia de crecimiento, teniendo una tasa de crecimiento con respecto al año anterior de 6.01%.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

PRONOSTICO DE PASAJEROS TOTALES DE MÉXICO.

Los pronósticos que se presentan, generados por el Sistema Estadístico Aeroportuario, están regidos bajo dos tipos de escenario de crecimiento de la población, el escenario bajo y el alto, considerando para el escenario bajo las expectativas pesimistas en la economía del país y para el alto un crecimiento gradual y sostenido durante el periodo 1994-1997.



AÑO	TOT.COMERCIAL		TOT.AV REGIONAL		TOT.AV GENERAL		GRAN TOTAL	
	B	A	B	A	B	A	B	A
1994	17,639,248	18,438,887	28,946	27,848			17,668,194	18,466,735
1995	18,888,215	20,416,376	27,779	28,538			18,915,994	20,447,917
1996	20,030,232	22,288,188	28,870	31,131			20,059,102	22,319,314
1997	21,137,444	24,088,278	29,322	32,682			21,166,766	24,118,969
1998	22,183,140	25,781,181	30,038	34,109			22,213,178	25,828,294
1999	23,201,801	27,420,248	30,728	35,488			23,238,529	27,485,738
2000	24,187,782	28,978,881	31,381	36,818			24,188,163	28,918,698
2001	25,084,108	30,478,062	32,010	38,088			25,128,116	30,514,148
2002	25,984,188	31,813,430	32,618	39,311			26,018,774	31,928,741
2003	26,840,818	33,288,883	33,187	40,488			26,873,812	33,337,041
2004	27,668,818	34,828,370	33,787	41,622			27,688,678	34,670,668
2005	28,482,288	36,418,412	34,288	42,716			28,488,588	36,088,128
2006	29,231,888	37,187,880	34,821	43,773			29,288,420	37,381,683
2007	29,978,711	38,388,848	35,327	44,788			30,011,038	38,484,341
2008	30,688,188	39,823,088	35,818	45,788			30,738,011	39,888,670
2009	31,384,888	40,880,818	36,291	46,744			31,430,788	40,987,882
2010	32,071,872	41,744,882	36,781	47,678			32,108,723	41,788,887
T.Prom	4.88	6.7	2.04	3.88			3.73	5.67

FUENTE: SISTEMA ESTADISTICO AEROPORTUARIO 1994-ASA

B=ESCENARIO BAJO

A=ESCENARIO ALTO

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

Refiriendo en primer lugar a la aviación comercial, se pronostica una tasa media de crecimiento de 4.06 % anual para el escenario bajo. Con esta tasa de crecimiento se espera una población de pasajeros para el año 2010 de 32,071,972 para el escenario alto se pronostica una tasa media anual de crecimiento de 5.68 % llegando al año 2010 con 41,744,882 pasajeros.

La aviación general no se contempla en pronósticos ya que ésta fue desplazada del Aeropuerto Internacional de Toluca Estado de México, en capítulos posteriores se analizará el caso.

En la aviación regional se espera una tasa media de crecimiento de 2.04 % en el escenario bajo en tanto que en el escenario alto la tasa media de crecimiento se pronostica en 3.62%

El gran total refiere una tasa media de crecimiento del 4.0. % en escenario bajo y 5.63% en escenario alto. Analizando el escenario bajo, en 1993 se tuvieron 16,315,907 de pasajeros, en el año 2000 se espera 19,760,523, esto es, un incremento de 3,444,616 de pasajeros en tan solo 7 años, suponiendo un crecimiento constante por año se tendría un aumento de 492,068 pasajeros anuales.

Haciendo comparación entre el pronóstico y la estadística de pasajeros totales de México, se tiene una tasa media de crecimiento mayor en la estadística del gran total que en el pronóstico realizado, es decir, se espera menor crecimiento de la población de pasajeros que la tendencia que se tenía de años anteriores.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

ESTADÍSTICA DE PASAJEROS COMERCIALES (A) DE MÉXICO

Teniendo presente que la mayor parte de pasajeros corresponde a la aviación comercial (A), es importante analizar cuantos pasajeros corresponden a vuelos internacionales así como nacionales y fletamento. Para ello se presenta la siguiente estadística correspondiente a pasajeros comerciales (A) de México.

Dado que el fletamento no impacta por ser pequeño en magnitud, no se considerará su análisis en las estadísticas.

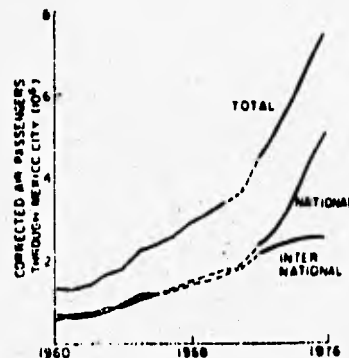
ANO	NACIONAL (LL + S)	TASA %	INTERNAC (LL + S)	TASA %	FLETAM (LL + S)	TASA %	INTERNAC + FLETAMENTO	TASA %	SUBTOTAL COMERCIAL(A)	TASA %	TRANSP. TO	TASA %	TOTAL COMERCIAL(A)	TASA %
1967	1,027,036		1,818,131				1,818,131		2,845,167				2,845,167	
1968	1,163,808	13.30	1,863,022	11.08			1,863,022	11.08	2,946,827	11.88			2,946,827	11.88
1969	1,266,240	8.13	1,767,364	8.01			1,767,364	8.01	3,025,594	8.26			3,025,594	8.26
1970	1,329,082	8.83	1,866,878	11.26			1,866,878	11.26	3,295,780	9.83			3,295,780	9.83
1971	1,675,829	18.54	2,250,376	14.43			2,250,376	14.43	3,926,205	18.08			3,926,205	18.08
1972	2,263,804	43.67	2,056,086	-8.80			2,056,086	-8.80	4,322,890	12.88			4,322,890	12.88
1973	2,667,466	19.17	2,230,861	8.36			2,230,861	8.36	4,898,440	14.01			4,898,440	14.01
1974	3,362,563	26.40	2,375,988	8.80			2,375,988	8.80	6,738,548	18.84			6,738,548	18.84
1975	4,144,567	22.53	2,416,043	1.69			2,416,043	1.69	6,560,610	13.63			6,560,610	13.63
1976	4,865,612	18.81	2,430,806	0.62			2,430,806	0.62	7,296,418	12.74			7,296,418	12.74
1977	5,343,618	8.48	2,366,041	-1.80			2,366,041	-1.80	7,709,659	8.72			7,709,659	8.72
1978	5,889,436	10.37	2,868,829	23.81			2,868,829	23.81	8,758,264	14.47			8,758,264	14.47
1979	6,878,863	14.83	3,362,401	11.84			3,362,401	11.84	10,178,264	13.71			10,178,264	13.71
1980	8,181,889	16.27	3,707,307	12.26			3,707,307	12.26	11,889,216	16.32			11,889,216	16.32
1981	9,853,313	8.24	3,842,620	6.35	37,412		3,880,032	7.38	12,863,348	8.98	128,516		12,991,864	8.72
1982	8,372,013	-5.76	3,038,441	-22.96	9,863	-0.73	3,048,304	-33.46	11,418,607	-11.25	168,881	-18.93	11,587,488	-11.31
1983	6,730,256	4.26	2,787,732	-8.19	10,863	7.43	2,798,625	-8.14	11,628,883	0.97	161,461	47.87	11,790,344	1.26
1984	6,688,338	-3.00	2,864,849	7.07	7,745	-27.57	2,872,594	8.84	11,461,030	-8.88	171,198	18.02	11,632,228	-8.41
1985	6,261,481	8.37	2,807,308	-5.96	1,039	-86.88	2,808,347	-8.18	12,069,825	-8.31	162,063	-8.34	12,231,888	5.18
1986	7,989,907	-13.63	2,761,437	-1.63	3,228	210.40	2,764,665	-1.58	10,784,170	-10.82	178,168	8.94	10,962,338	-10.84
1987	7,198,110	-10.18	3,138,756	13.88	3,866	18.80	3,142,624	13.67	10,327,734	-4.06	211,189	18.83	10,538,923	-3.86
1988	6,432,874	-10.47	3,234,279	3.04	8,761	128.80	3,243,040	3.20	9,876,714	-8.31	173,058	-18.07	10,049,772	-8.86
1989	7,588,808	17.80	3,548,579	9.72	8,080	3.41	3,556,659	98.70	11,118,148	14.88	148,947	-13.33	11,267,095	14.38
1990	7,885,814	4.08	4,059,248	14.39	15,348	192.82	4,074,596	14.62	11,943,208	7.44	178,729	18.88	12,121,937	7.81
1991	6,673,882	10.27	4,082,457	0.82	18,789	-8.80	4,101,245	0.78	12,785,137	7.28	178,388	-1.80	12,963,525	6.90
1992	11,816,882	32.77	3,688,877	-8.97	26,224	56.21	3,714,101	-8.40	15,238,783	18.21	178,108	1.02	15,416,891	18.87
1993	11,178,832	-2.84	4,968,885	34.08		-100.00	4,968,885	33.14	16,133,717	9.97	182,180	2.29	16,315,897	5.83
T.prom		10.40		8.26				10.20		8.27			4.88	7.78

FUENTE: SISTEMA ESTADÍSTICO AEROPORTUARIO. ASA

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

En el período de 1967-1993 se tuvo una tasa promedio de crecimiento de 10.40 % en pasajeros nacionales (LL+S). Siguiendo la estadística se tiene de 1967-1971 que el número de pasajeros comerciales (A) internacionales (considerando llegada + Salida), en la Ciudad de México, fue mayor que el número de pasajeros nacionales (LL+S), esto es un error que se presenta en la estadística. Esta inconsistencia se da debido cambios institucionales, estos cambios se presentaron de la siguiente manera:

- En 1966 la colección de estadísticas del aeropuerto pasaron del Ministerio público del trabajo (MINISTRY OF PUBLIC WORKS), hacia la recién creada dependencia de aeropuertos y servicios auxiliares, esta última establece la categoría de pasajeros en tránsito y aparentemente conforma a los pasajeros en tránsito substrayéndolos de aquellos que ya habían sido contados como pasajeros nacionales. Por lo tanto el comportamiento real corregido en ese período se muestra en la siguiente gráfica:



Como se puede ver en la gráfica la tendencia entre pasajeros nacionales e internacionales era parecida ya que se tenía un desarrollo constante en ambas, sin embargo en 1972 se incrementó más rápidamente la aviación comercial nacional, esto se da ya que:

- hacia 1972 en México se descubren grandes cantidades de petróleo reactivándose con esto la economía nacional.
- Simultáneamente se presenta la crisis de depresión de la economía de Estados Unidos de Norteamérica que influyo en la demanda de los pasajeros internacionales.
- Crecimiento de la población nacional y un especial en el radio del Distrito Federal
- Aumento en el PIB nacional
- Las tarifas de aerolíneas así como frecuencias pasaron a ser un atractivo para el usuario compitiendo de esta manera con los otros modos de transporte.

Hasta 1972 que la población de pasajeros nacionales rebasó a la de pasajeros internacionales, incrementándose la primera de éstas hasta el año de 1985, posterior a este año se vivió un descenso en el número de pasajeros y no fue sino tres años después cuando comenzó a incrementarse la tasa de crecimiento, llegando a 1991 con una población de pasajeros nacionales de 8,673,582 (Los descensos aquí mencionados son debidos a lo antes expuesto). Hacia 1993 el número total de pasajeros comerciales (A) de México fue de 16,315,807.

En cuanto a pasajeros comerciales (A) internacionales de México, se tuvo una tasa promedio de crecimiento de 5.28 %, observándose aquí un incremento anual casi constante, y produciéndose descensos en los años de 1982 y 1986. Pese a estos descensos la población de pasajeros siguió en aumento llegando a 1993 con 4,956,885 pasajeros.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

PRONOSTICO DE PASAJEROS COMERCIALES (A) DE MÉXICO

El pronóstico de pasajeros comerciales nacionales se estima en una tasa media de crecimiento de 4.32% para el escenario bajo y 5.65% en escenario alto, pronosticando para el año 2010 un total de pasajeros nacionales de 12,934,511 en escenario bajo y, 28,602,448 pasajeros en escenario alto.

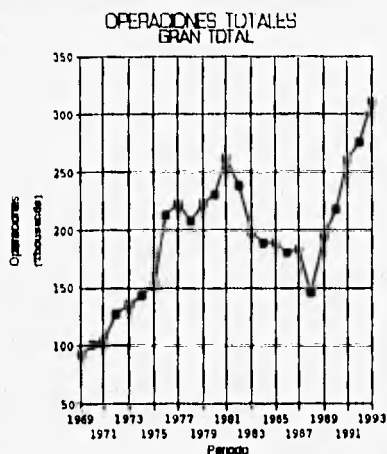
En el ámbito de pasajeros internacionales se espera una tasa media de crecimiento de 3.33 % en escenario bajo y 5.59 % en escenario alto.

Analizando la población pronosticada en escenario bajo, tanto nacional como internacional, se tiene gran diferencia entre estas dos poblaciones de pasajeros, esto es, aproximadamente 14,284,553 de pasajeros comparando para el año 2010. Se considera de gran importancia este punto ya que se requeriría para la población nacional mejores condiciones en cuanto a servicios y espacios en el aeropuerto.

AÑO	NACIONAL (LL + S)		INTERNACIONAL (LL + S)		FLETAMENTO (LL + S)		INTER + FLETAMENTO		TRANSITO		TOTAL COM (A)	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO
1984	148,388	12,818,788	8,281,484	8,578,564	34,880	38,180	8,386,274	8,617,874	188,878	208,437	17,888,848	18,436,887
1985	63,884	13,873,888	8,848,488	8,188,888	43,010	81,318	8,988,888	8,217,888	210,188	287,437	18,888,818	20,418,378
1986	833,388	18,288,888	8,888,788	8,734,481	80,788	82,881	8,973,584	8,787,372	282,088	248,388	20,888,238	22,288,188
1987	781,214	18,488,111	8,888,788	7,888,134	88,118	73,888	8,148,888	7,888,038	228,388	288,138	21,137,444	24,088,278
1988	888,281	17,888,817	8,888,888	7,781,887	88,138	84,388	8,288,788	7,888,488	247,088	287,088	28,188,148	28,881,181
1989	18,384,348	18,778,188	8,887,431	8,844,888	71,848	84,484	8,888,278	8,888,888	288,888	288,131	28,381,881	27,438,248
2000	18,088,873	18,848,878	8,784,188	87,787,484	78,888	104,888	8,872,488	8,811,488	288,888	288,441	24,187,738	28,878,881
2001	17,718,738	28,878,888	7,811,888	8,181,444	84,438	113,888	7,888,118	8,284,888	278,888	338,043	28,084,188	30,478,032
2002	18,384,817	21,888,288	7,888,888	8,878,818	88,348	128,888	7,811,001	8,788,188	288,141	384,888	28,884,188	31,818,438
2003	18,084,187	28,887,118	7,481,738	8,888,481	88,044	128,888	7,817,777	10,118,081	288,841	378,344	28,848,818	33,288,383
2004	18,841,088	23,721,288	7,818,488	18,284,088	101,533	128,888	7,717,088	10,888,848	287,788	288,138	27,888,818	34,888,378
2005	20,238,287	24,888,888	7,888,488	18,788,887	108,888	148,738	7,888,284	10,818,418	218,888	288,438	28,488,288	38,818,412
2006	20,811,488	28,488,888	7,888,888	11,134,418	111,848	184,871	8,088,037	11,288,788	288,188	413,188	28,231,888	37,187,888
2007	21,287,888	28,288,187	8,157,788	11,481,048	118,884	181,788	8,274,888	11,888,817	288,418	488,538	28,878,711	38,288,348
2008	21,888,181	27,878,284	8,288,881	11,838,288	121,888	188,888	8,448,888	12,088,287	288,418	488,538	28,888,188	38,888,088
2009	22,488,138	27,881,848	8,488,888	12,171,088	128,288	178,878	8,617,238	12,248,818	241,438	438,444	28,888,188	38,888,088
2010	22,884,511	28,888,448	8,888,888	12,488,738	138,888	188,818	8,788,738	12,878,288	248,138	481,888	21,284,888	40,888,818
T.P.	4.32	5.7	3.33	5.59	8.88	10.11	3.48	5.88	4.08	5.88	4.08	5.88

FUENTE: SISTEMA ESTADÍSTICO AEROPORTUARIO 1984-2010

ESTADÍSTICA DE OPERACIONES TOTALES DE MÉXICO



ANO	TOT COMERCIAL(A)	TASA %	TOT AV REG	TASA %	TOT AV GEN	TASA %	GRAN TOT	TASA %
1969	64,808	11.96			89,810	-20.63	80,916	-0.89
1970	68,614	6.70			30,638	16.26	99,688	6.93
1971	73,348	6.90			30,819	-1.36	103,867	4.83
1972	75,436	2.83			80,738	66.34	189,171	21.47
1973	83,683	10.85			81,062	0.80	134,728	6.79
1974	87,835	5.08			84,913	6.41	142,848	5.99
1975	88,226	11.71			88,286	1.99	153,430	6.99
1976	102,809	4.36			110,144	66.63	212,663	28.48
1977	107,253	4.83			114,868	4.01	221,809	4.81
1978	109,804	-3.40	6,133		87,238	-15.12	208,972	-6.89
1979	110,984	7.07	7,768	26.81	103,840	6.90	222,629	7.99
1980	127,042	14.53	6,346	19.07	84,042	-8.52	230,330	3.46
1981	132,407	4.22	12,566	36.91	118,888	23.94	261,531	13.99
1982	126,902	-4.91	6,183	-26.92	102,882	-11.80	237,787	-9.69
1983	124,911	-1.10	6,300	-31.19	87,424	-34.34	188,296	-19.82
1984	122,048	-1.86	6,832	6.10	98,730	-11.41	188,610	-4.86
1985	120,746	-1.07	6,134	-10.22	91,478	2.92	188,388	-0.13
1986	113,867	-6.87	6,200	-15.23	61,189	-4.7	180,045	-4.41
1987	108,861	-3.52	6,209	0.17	67,914	10.98	182,774	1.82
1988	86,197	-13.22	7,322	40.96	72,437	6.98	144,916	-4.30
1989	108,245	14.81	6,883	-10.50	78,744	6.71	184,542	11.22
1990	186,320	18.52	11,874	76.82	80,382	2.04	218,136	12.19
1991	141,726	12.30	30,632	194.86	87,427	6.61	269,786	19.19
1992	201,388	42.06	26,446	-13.67	47,422	-46.8	278,189	6.86
1993	216,480	7.02	27,728	4.86	57,803	42.4	310,991	12.9
Tasa prom		9.06		17.92		7.03		6.89

FUENTE: SISTEMA ESTADISTICO AEROPORTUARIO 1993

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

La estadística de operaciones totales de México muestra una tasa promedio de 6.06 % en la aviación comercial en el periodo de 1967-1993, mientras que para la aviación regional se tuvo en el periodo antes mencionado una tasa promedio de 17.92 %.

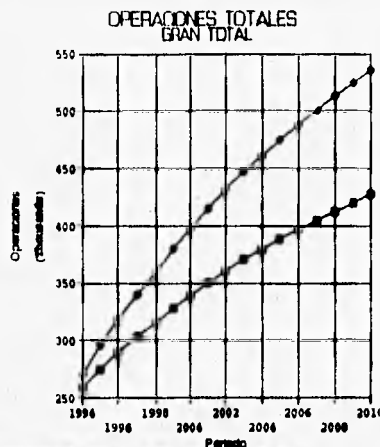
La tasa promedio de crecimiento para la aviación general, fue de 7.03 % .

La aviación comercial fue la de menor tasa promedio de crecimiento, pero fue ésta la que estuvo al frente en el número de operaciones registradas en el periodo que comprenden dichas estadísticas.

Los descensos que muestran dichas estadísticas, son consecuencia de las variaciones de la economía por las que atravesó el país en aquella época, las cuales se mencionaron con anterioridad, dado esto no se considera necesaria su repetición.

PRONOSTICO DE OPERACIONES TOTALES DE MÉXICO.

Se pronostica una tasa media de crecimiento en el periodo de 1994-2010 en el gran total de 1.89 y 3.26 en escenario bajo y alto respectivamente, para el año 2010 se esperan entonces tener 427,452 operaciones en escenario bajo y 536,617 operaciones en escenario alto.

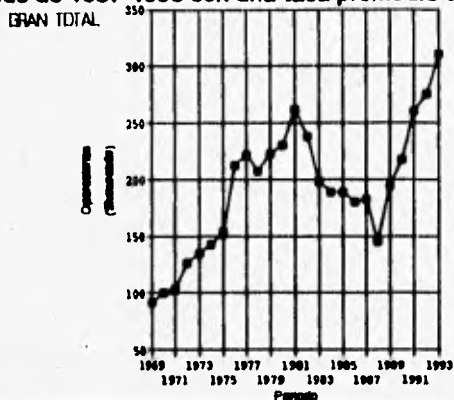


AÑO	TOT.COMERCIAL		TOT.AV REGIONAL		TOT.AV		GRAN TOTAL	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	B	A	BAJO	ALTO
1994	232,180	241,860	28,831	27,647			259,011	269,507
1995	246,861	265,423	27,552	29,125			274,413	294,548
1996	260,583	287,348	26,229	30,507			286,822	317,855
1997	273,485	307,826	26,869	31,807			302,354	336,635
1998	285,624	327,022	26,475	33,032			315,099	360,054
1999	297,087	345,067	30,051	34,189			327,138	379,256
2000	307,940	362,080	30,586	36,285			336,536	397,365
2001	318,238	378,162	31,119	38,328			349,387	414,488
2002	328,032	393,399	31,618	37,317			359,650	430,716
2003	337,365	407,866	32,095	38,262			369,460	446,128
2004	346,275	421,630	32,551	39,164			378,826	460,794
2005	354,796	434,751	32,991	40,027			387,787	474,778
2006	362,955	447,278	33,412	40,854			396,367	488,132
2007	370,784	459,261	33,819	41,648			404,603	500,909
2008	378,303	470,737	34,210	42,411			412,513	513,148
2009	385,535	481,745	34,588	43,145			420,123	524,890
2010	392,499	492,318	34,953	43,852			427,452	536,170
	3.2	4.9	2.38	4.79			2.49	4.28

FUENTE: SEA 1993

ESTADÍSTICA DE OPERACIONES COMERCIALES (A) DE MÉXICO

Como se muestra en la siguiente estadística, el número de operaciones nacionales creció en el período de 1967-1993 con una tasa promedio de 8.22%.



FUENTE:SEA 1993

AÑO	NACIONAL		INTERNACIONAL		FELTAMENTO		INTERIN + FLET		TOT COMERCIAL	
	OPERS	(%)	OPERS	(%)	OPER	(%)	OPERS	(%)	OPERS	(%)
1969	32,071	17.87	31,434	8.64			31,434	8.64	64,305	11.56
1970	32,771	-0.30	35,843	4.03			35,843	14.03	68,614	6.70
1971	35,384	7.97	37,984	5.92			37,984	5.92	73,348	6.90
1972	44,401	25.48	31,034	-18.25			31,034	-18.25	75,435	2.85
1973	47,950	7.99	35,733	15.14			35,733	15.14	83,683	10.93
1974	52,563	9.62	35,372	-1.01			35,372	-1.01	87,935	5.08
1975	61,780	17.55	36,445	3.03			36,445	3.03	98,225	11.71
1976	66,988	8.38	35,543	-2.47			35,543	-2.47	102,500	4.35
1977	71,857	7.30	35,386	-0.41			35,386	-0.41	107,253	4.83
1978	67,302	-6.34	36,302	2.56			36,302	2.56	103,604	-3.40
1979	72,997	8.46	37,827	4.48			37,827	4.48	110,824	7.07
1980	86,116	22.08	37,826	0.00			37,826	0.00	127,042	14.53
1981	91,225	2.37	40,475	6.72	707		41,182	6.59	132,407	4.22
1982	87,909	-3.68	37,871	-6.43	162	-77.08	38,033	-7.65	125,902	-4.91
1983	95,124	8.28	29,291	-22.66	95	-40.74	29,387	-22.73	124,511	-1.10
1984	91,336	-3.98	30,636	4.59	74	-22.82	30,710	4.50	122,046	-1.98
1985	91,930	0.65	28,707	-6.30	109	47.30	28,818	-6.17	120,746	-1.07
1986	86,428	-7.07	29,107	-2.09	122	11.83	29,229	-2.04	113,657	-5.87
1987	77,366	-9.44	32,234	14.68	51	-58.20	32,285	14.37	109,651	-3.52
1988	64,697	-16.38	30,347	-5.95	113	121.57	30,460	-5.65	95,157	-13.22
1989	72,669	12.32	36,449	20.11	127	12.39	36,576	20.08	108,245	14.81
1990	82,937	14.13	43,010	18.00	253	99.21	43,263	18.28	126,200	15.52
1991	98,252	18.47	43,058	0.11	416	64.43	43,474	0.49	141,726	12.30
1992	155,744	58.51	44,609	3.8	959	132.83	45,578	4.84	201,322	42.05
1993	155,114	-0.4	60,346	35.29		-100.00	60,346	32.4	215,460	7.02
T.prom		8.22		3.68		15.9		3.86		6.06

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA CD. DE MÉXICO

El número de operaciones (A) de México internacional, se desarrolló con una tasa promedio de crecimiento de 3.68 % en el período mencionado anteriormente. Habiendo presentado un total comercial de operaciones con una tasa promedio de 6.06 %, con 215,460 operaciones registradas en el último año de dicho período.

PRONOSTICO DE OPERACIONES COMERCIALES (A) DE MÉXICO.

OPERACIONES COMERCIALES EN MÉXICO

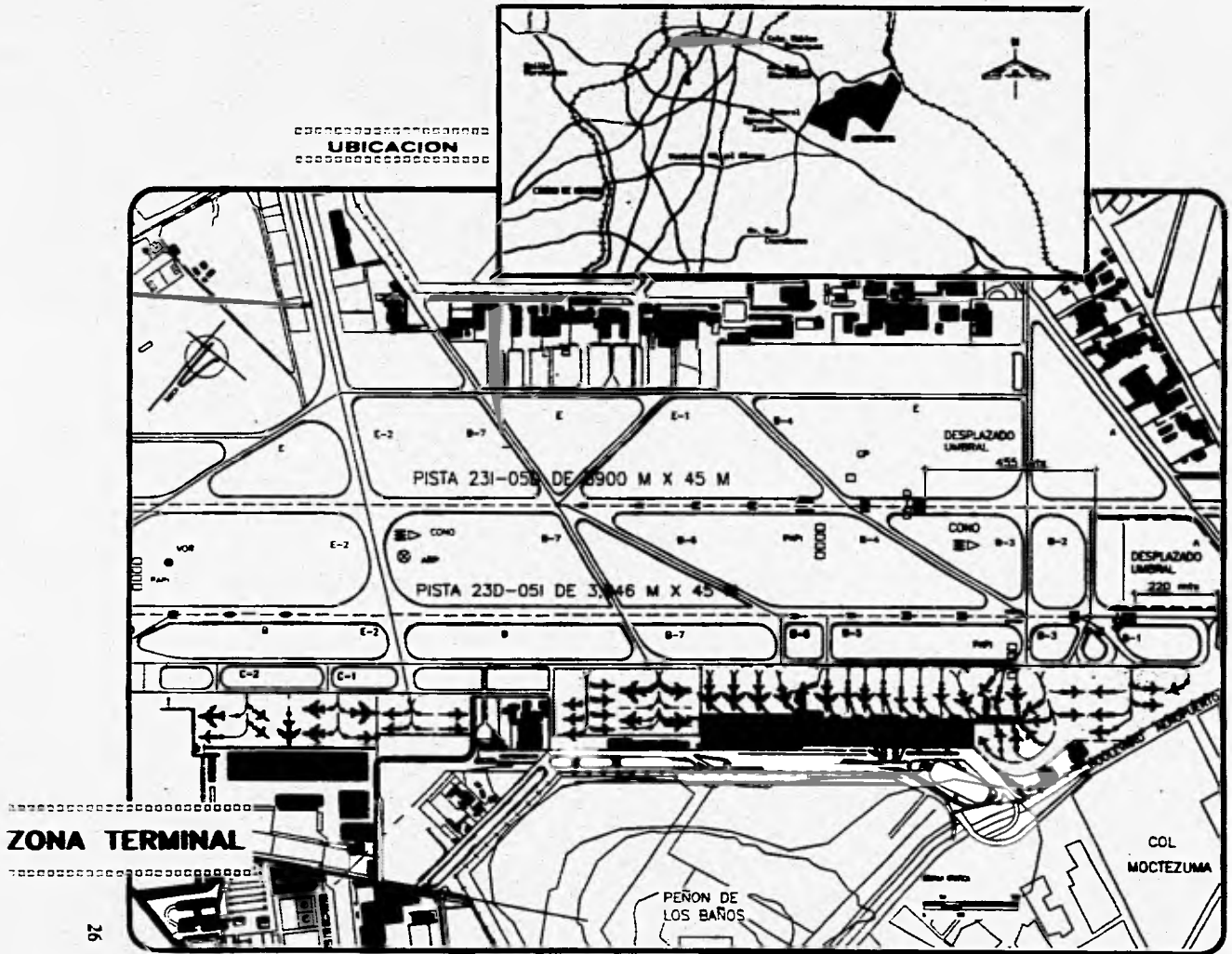
A 0	NACIONAL OPERACIONES		INTERNACIONAL OPERACIONES		FLETAMENTO OPERACIONES		INTER+FLETAMENTO OPERACIONES		TOTAL COM (A) OPERACIONES	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO
1994	167,248	173,230	63,669	67,218	1,263	1,412	64,932	68,630	232,180	241,860
1995	176,552	190,021	66,777	73,550	1,532	1,812	68,309	75,402	246,861	265,423
1996	186,123	205,650	69,692	79,522	1,778	2,178	71,470	81,698	260,593	287,348
1997	196,043	220,253	72,437	85,087	2,005	2,508	74,442	87,575	273,485	307,828
1998	206,361	233,942	75,028	90,266	2,216	2,814	77,243	93,080	285,624	327,022
1999	217,196	246,614	77,481	95,156	2,410	3,097	79,891	98,253	297,087	345,087
2000	228,539	258,953	79,809	99,769	2,592	3,358	82,401	103,127	307,940	362,080
2001	233,453	270,429	82,023	104,131	2,762	3,602	84,785	107,733	318,238	376,162
2002	240,978	281,304	84,133	108,266	2,921	4,829	87,054	113,065	328,032	394,399
2003	248,147	291,631	86,147	112,183	3,071	4,042	89,218	118,235	337,365	407,886
2004	254,986	301,458	88,078	115,930	3,213	4,242	91,291	120,172	346,279	421,630
2005	261,529	310,627	89,920	119,494	3,347	4,430	93,267	123,924	354,796	434,751
2006	267,791	319,773	91,691	122,898	3,473	4,607	95,164	127,505	362,955	447,278
2007	273,797	328,331	93,393	126,155	3,594	4,775	96,987	130,930	370,784	459,281
2008	279,685	336,528	95,030	129,275	3,706	4,934	98,738	134,209	378,303	470,737
2009	285,111	344,392	96,607	132,268	3,817	5,085	100,424	137,353	385,535	481,745
2010	290,450	351,945	98,128	136,144	3,921	5,229	102,049	140,373	392,489	492,318
TMAC	3.78	4.7	5.46	4.86	7.34	8.53	5.47	6.22	3.36	5.18

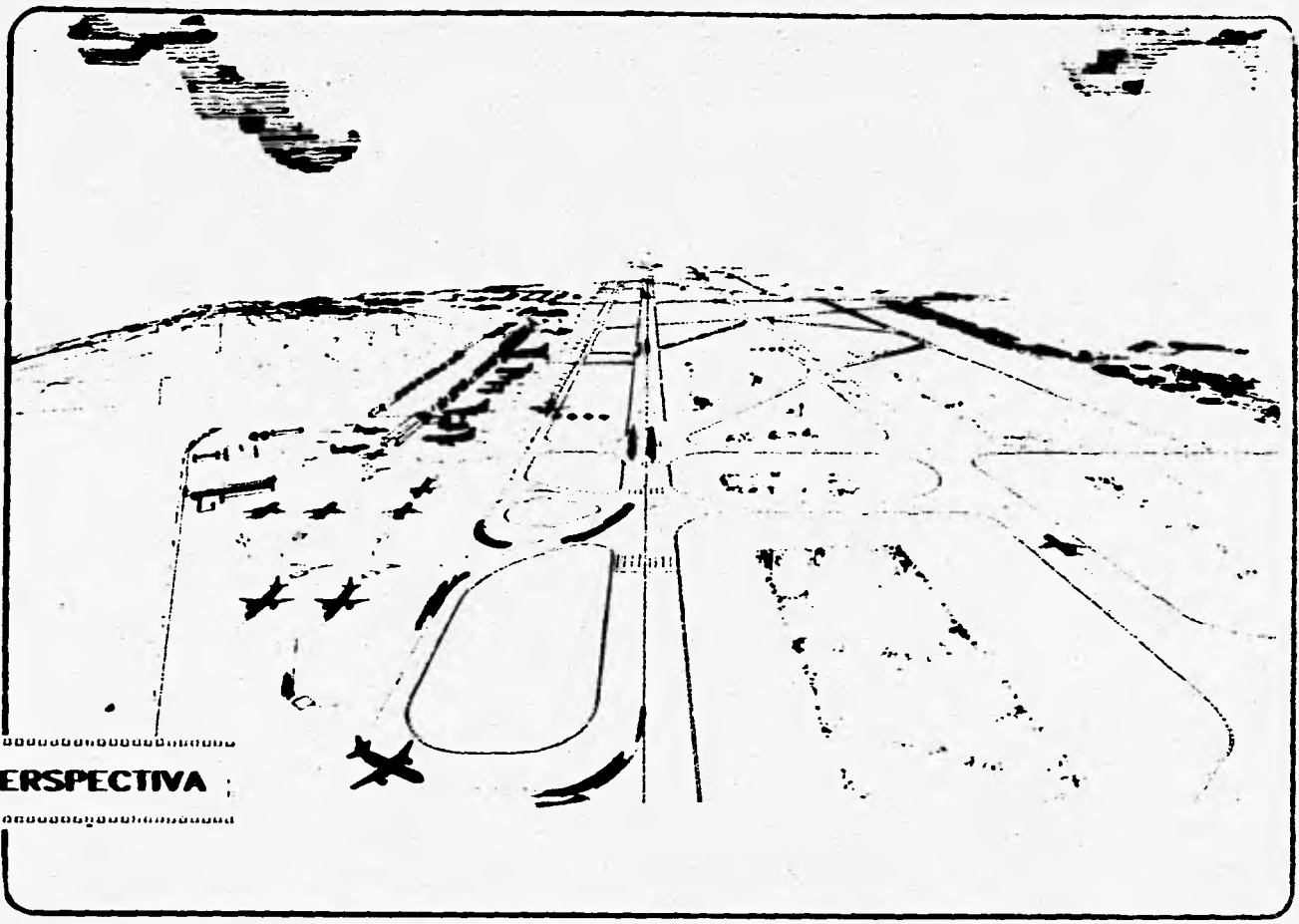
FUENTE: SEA 1993

El número de operaciones comerciales (A) de México nacionales proyectadas para la etapa de 1994-2010, muestra una tasa media anual de crecimiento de 3.76 % en escenario bajo y 4.94 % en escenario alto, esperando con esto para el año 2000, 225,539 operaciones en escenario bajo y 258,953 operaciones en escenario alto.

Considerando las operaciones comerciales internacionales, se prevén 79,809 y 99,769 operaciones para el año 2000, en escenario bajo y alto respectivamente, considerando una tasa media anual de crecimiento en el período de 1994-2010 de 2.90 y 4.86 %.

Globalizando el número de operaciones se tendrá un total comercial (A) con una tasa media anual de crecimiento de 3.59 % en escenario bajo y 4.98 % en escenario alto.





PERSPECTIVA :

**CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA GENERAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

2.1 ANÁLISIS OPERACIONAL

2.1.1 ESPACIO AÉREO Y CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO

Se define al espacio aéreo como el volumen de aire que circunda al aeropuerto y que se tiene que estudiar para efectos de control aéreo.

Para controlar el tránsito aéreo, el aeropuerto cuenta con los servicios de control de tránsito aéreo, estos servicios se proporciona a todas las aeronavaciones que operen dentro del espacio aéreo controlado a lo largo de las rutas aéreas.

Los objetivos de prestar estos servicios son los siguientes:

Agilizar y mantener con cierto orden el flujo de aeronavaciones tanto en vuelo como en tierra.

Prevenir y evitar encuentros tanto entre aeronavaciones como éstas con obstáculos o vehículos en tierra.

Proporcionar información y asesoría a los pilotos para el mejor desarrollo de los vuelos.

Los servicios se dividen en:

- 1. SERVICIOS DE CONTROL DE AERÓDROMO**
- 2. SERVICIOS DE CONTROL DE APROXIMACIÓN**
- 3. SERVICIOS DE CONTROL AÉREA**

A continuación se proporciona una explicación de cada uno de ellos así como la cobertura que abarca cada servicio.

1. Lo proporciona la torre de control del aeropuerto a las aeronavaciones que se encuentren dentro o en las inmediaciones del aeródromo, así como a todo vehículo que circunden en pistas y calles de rodaje.

Este servicio tiene una cobertura de 10 millas náuticas (18520 mts) de radio a partir del aeropuerto y hasta 2000 pies (609.6 mts) sobre el terreno.

2. Servicio proporcionado por el área de control terminal a aeronavaciones volando conforme a un plan de vuelo por instrumentos, tanto a las que llegan como a las que salen.

Este servicio tiene una cobertura de 50 millas náuticas (92800 mts) alrededor del aeropuerto y hasta una altitud de 19000 pies (5791.2 mts) sobre el nivel medio del mar.

3. Proporcionados por centros de control a aeronavaciones con plan de vuelo por instrumentos que se encuentren dentro del área de control a lo largo de las rutas aéreas.

El área de control se ubica a 20000 pies (6096 mts) de altitud, es de forma irregular y dimensiones variables.

Para efectos de control y planeación el espacio aéreo se divide verticalmente en espacio aéreo superior e inferior, siendo el primero el que se encuentra comprendido entre la superficie del terreno y los 20000 pies, mientras que el segundo se extiende arriba de los

20000 pies. Dentro del espacio aéreo inferior las aerovías se denominan "VÍCTOR O DE COLOR" en tanto que en el espacio aéreo superior se denominan "JET O JULIETAS". Véase siguiente figura.



FIG II-1 ESPACIO AÉREO

La figura II-1 muestra el espacio aéreo al cual el AICM presta los servicios antes mencionados.

Los procedimientos terminales de aproximación, aterrizaje y despegue, también son protegidos con superficies denominadas superficies limitadoras de obstáculos o superficies de protección.

El objetivo primordial de estas superficies es el de verificar que en la proximidad del aeropuerto no existan obstáculos naturales o artificiales que pudiesen interferir en la trayectoria del aviación.

Las superficies de protección para procedimientos terminales, están definidas por figuras geométricas. Para establecer la figura geométrica que determinará la superficie a proteger, la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), a través de Anexo 14, presenta tablas que contienen las dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos, dichas tablas se presentan a continuación formando a partir de éstas la superficie que se protege en el AICM para procedimientos terminales.

TABLA: IIR

PISTAS DE ATERRIZAJE

Superficies y dimensiones ^a	Clasificación de las pistas									
	Aproximación visual				Aproximación que no sea de precisión				Aproximación de precisión	
	Número de clave				Número de clave				Número de clave	
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
CONICA										
Pendiente	5%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	3%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
APROXIMACION INTERNA										
Altura	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Distancia desde el umbral	-	-	-	-	-	-	-	60 m	60 m	60 m
Longitud	-	-	-	-	-	-	-	900 m	900 m	900 m
Pendientes	-	-	-	-	-	-	-	2,5%	2%	2%
APROXIMACION										
Longitud del borde interior	60 m	60 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1 600 m	3 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Pendiente	5%	4%	5,11%	2,5%	5,11%	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	-	-	-	-	-	3 600 m ^b	3 600 m ^b	13 000 m	3 600 m ^b	3 600 m ^b
Pendiente	-	-	-	-	-	2,5%	2,5%	5%	2,5%	2,5%
Sección horizontal										
Longitud	-	-	-	-	-	8 400 m ^b	8 400 m ^b	-	8 400 m ^b	8 400 m ^b
Longitud total	-	-	-	-	-	15 000 m	15 000 m	13 000 m	15 000 m	15 000 m
DE TRANSICION										
Pendiente	20%	20%	14,5%	14,5%	20%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%
DE TRANSICION INTERNA										
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	40%	51,5%	51,5%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUPTIDO										
Longitud del borde interior	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Distancia desde el umbral	-	-	-	-	-	-	-	-	1 000 m ^d	1 000 m ^d
Divergencia (a cada lado)	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%	10%
Pendientes	-	-	-	-	-	-	-	4%	5,51%	5,51%

DIMENSIONES Y PENDIENTES DE LAS SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS

Tabla II.A Clave de referencia de aeródromo

ELEMENTO DE CLAVE 1		ELEMENTO DE CLAVE 2		
Número clave	Longitud del campo de referencia del avión	Letra clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m exclusiva	Hasta 4,5 m exclusiva
2	800 m hasta 1 200 m exclusiva	B	15 m hasta 24 m exclusiva	4,5 m hasta 6 m exclusiva
3	1 200 m hasta 1 800 m exclusiva	C	24 m hasta 36 m exclusiva	6 m hasta 9 m exclusiva
4	1 800 m y más	D	36 m hasta 52 m exclusiva	9 m hasta 14 m exclusiva
		E	52 m hasta 60 m exclusiva	9 m hasta 14 m exclusiva

a. Distancia entre bordes exteriores de las ruedas del tren principal.

Fuente: Manual de planificación de aeropuertos parte 1
OACI

El AICM de acuerdo al Anexo 14 tiene la siguiente clave de referencia:

NÚMERO CLAVE: 4
LETRA CLAVE: E

Para efectos de superficies limitadoras de obstáculos interesa únicamente el número clave y el tipo de aproximación que se realice en el aeropuerto.

Dependiendo de el equipo con que cuente cada aeropuerto los tipos de aproximación se dividen de la siguiente manera:

APROXIMACIÓN VISUAL. Se denomina ésta como aquella aproximación que se realiza, teniendo el piloto contacto visual con la superficie terrestre en todo momento.

APROXIMACIÓN DE NO PRECISIÓN. Se puede interpretar como una aproximación VOR, siendo este un equipo de ayuda a la navegación aérea.

APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN. Es aquella aproximación que se realiza contando con un sistema de aterrizaje por instrumentos.

El AICM cuenta con las siguientes ayudas a la navegación:

- **CONTROL DE TRANSITO AÉREO.** Este control consiste en los servicios que proporciona el aeropuerto descritos con anterioridad.
- **VOR / DME.**

RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL DE MUY ALTA FRECUENCIA (VOR)

La función principal del VOR (Very High Frequency Omni Directional Radio), es el de transmitir información a las aeronavaciones para su seguridad al navegar. Este radiofaro se utiliza en el balizamiento de las rutas aéreas de corto y mediano alcance, preferentemente sobre tierra y en procedimientos de aproximación por instrumentos.

El VOR proporciona información de azimut logrando con esto trazar las aerovías.

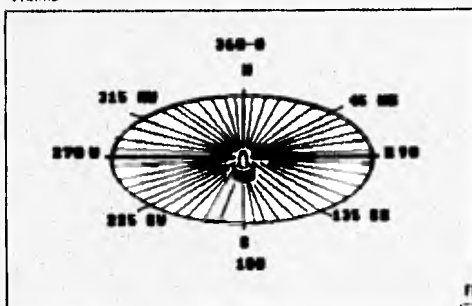
EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA (DME)

Proviene de las siglas "Distance Measurement Equipment". Este sistema electrónico que proporciona a una aeronave el vuelo en forma continua y precisa la distancia angular que existe entre ella y la estación DME sintonizada.

El equipo VOR trabaja en conjunto con el DME proporcionando el DME el radio y el VOR el ángulo, obteniendo de esta manera la distancia.

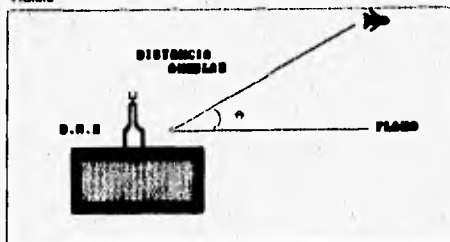
Véase siguientes figuras.

FIG.N.2



Alrededor de una estación VOR hay 360 radiales.

FIG.N.3



El sistema DME proporciona información de distancia angular.

- ILS CATEGORÍA I PISTA 231
 ILS CATEGORÍA I PISTA 08D

SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)

El ILS (Instrument Landing System) es un sistema de aterrizaje por instrumentos que mediante las radioemisiones de sus componentes terrestres -recibidos e interpretados por instrumentos a bordo del avión- permite a una aeronave durante la aproximación final y aterrizaje -en condiciones adversas de visibilidad- mantener una guía de dirección y ángulo de trayectoria de descenso adecuadas y conocer la distancia a la que se encuentra respecto al umbral de la pista. Véase siguiente figura .

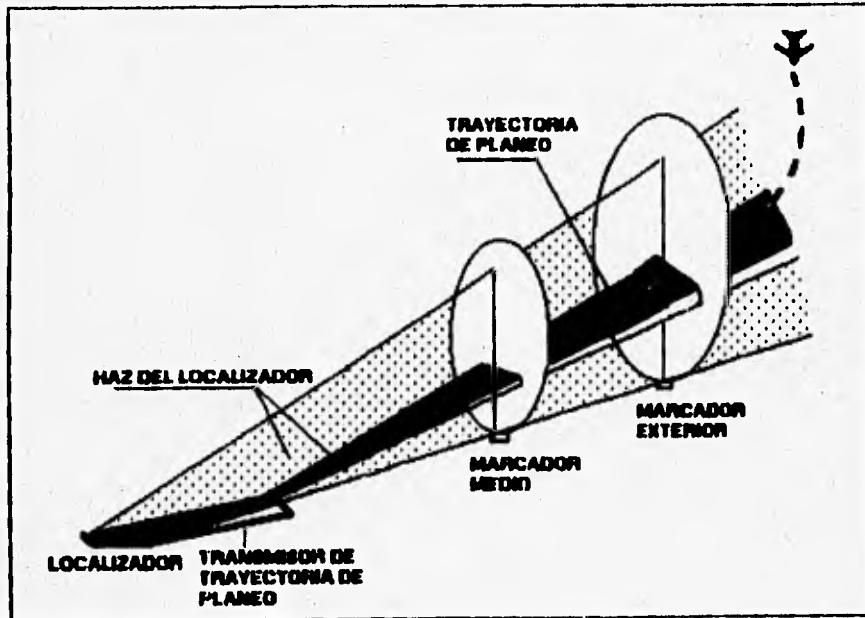


FIG. II.4

ILS < INSTRUMENT LANDING SYSTEM >

De acuerdo a su alcance el ILS se clasifica de la siguientes categorías:

- CATEGORÍA I
- CATEGORÍA II
- CATEGORÍA III
- CATEGORÍA IIIA
- CATEGORÍA IIIB
- CATEGORÍA IIIC

CATEGORÍA I. 60 mts (200 pies) o más, por encima del plano horizontal que contiene el umbral de pista y 800 mts (2600 pies) de visibilidad.

CATEGORÍA II. 30 mts (100 pies) o más, por encima del plano horizontal que contiene el umbral de pista y 400 mts (1200 pies) de visibilidad.

CATEGORÍA III. Hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma, apoyado con el equipo auxiliar.

Se omite la explicación de la subdivisión de categoría III dado que no interesa para los fines del análisis del AICM.

La siguiente figura esquematiza cada una de las categorías antes mencionadas:

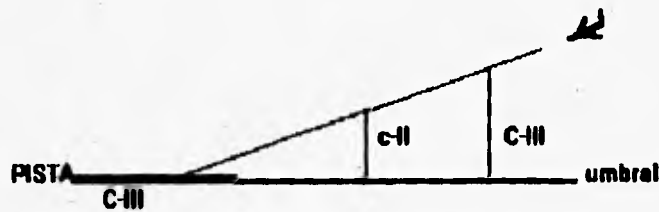


FIG II.6

Los elementos básicos que comprende el ILS son:

Equipo localizador de pista. Proporciona una guía de rumbo que orienta la aeronave hacia el eje longitudinal de la pista.

Equipo de trayectoria de planeo. Este sistema proporciona una referencia para un perfil óptimo de descenso.

Marcadores. Proporcionan una referencia en la fase de aproximación a la pista. En cada instalación ILS se encuentran dos marcadores: Exterior y medio. De esta forma las características de operación se distinguen unas de otras. La función de dichos marcadores es la siguiente:

MEDIA. Indica la inminencia de orientación de aproximación visual.

EXTERIOR. Proporciona verificación de funcionamiento de equipo. Define también el punto de intersección de la pendiente de planeo y la altitud mínima de espera.

Además de los elementos básicos, el ILS, se apoya de equipo complementario con el fin de lograr un mayor índice de exactitud en la aproximación y el aterrizaje, dichos equipos auxiliares son:

Sistema RADAR de aproximación

VOR y/o radiofaros de localización

Equipo radiotelemétrico DME

Sistema de luces de aproximación de alta intensidad

• **RADAR.**

El RADAR (RADIO DETECTION AND RANGING), es un aparato electrónico que se utiliza para detectar y localizar objetos, se utiliza tanto para áreas terminales como para extensas áreas de control.

SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS. APROXIMACION DE PRECISION CAT.I

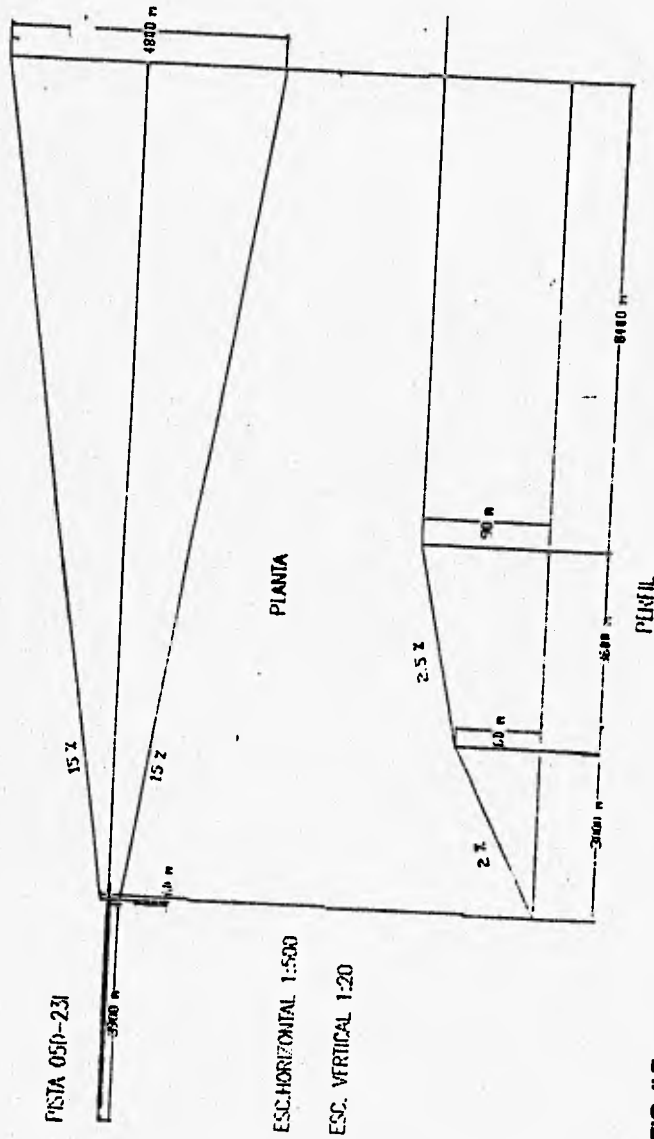


FIG. II.7

SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS. APROXIMACION DE PRECISION CAT.I

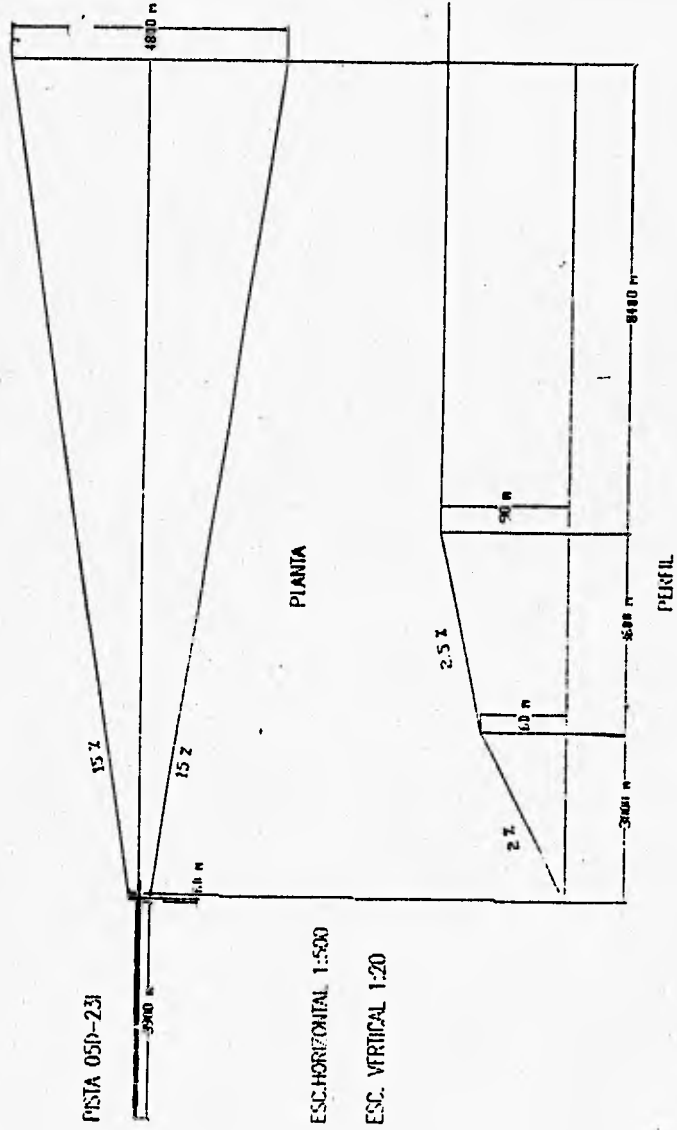


FIG. II.7

SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUPTO

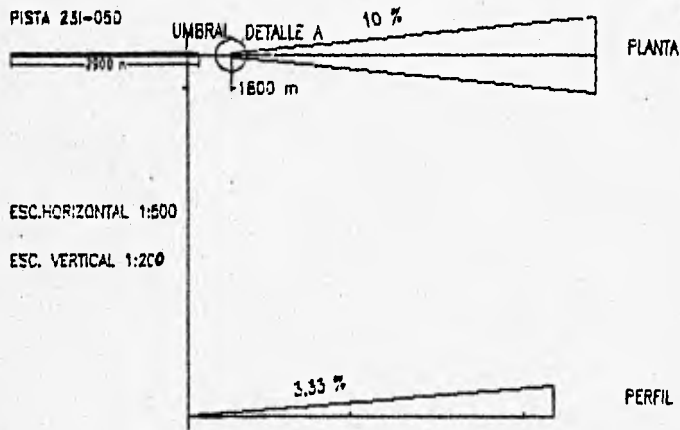
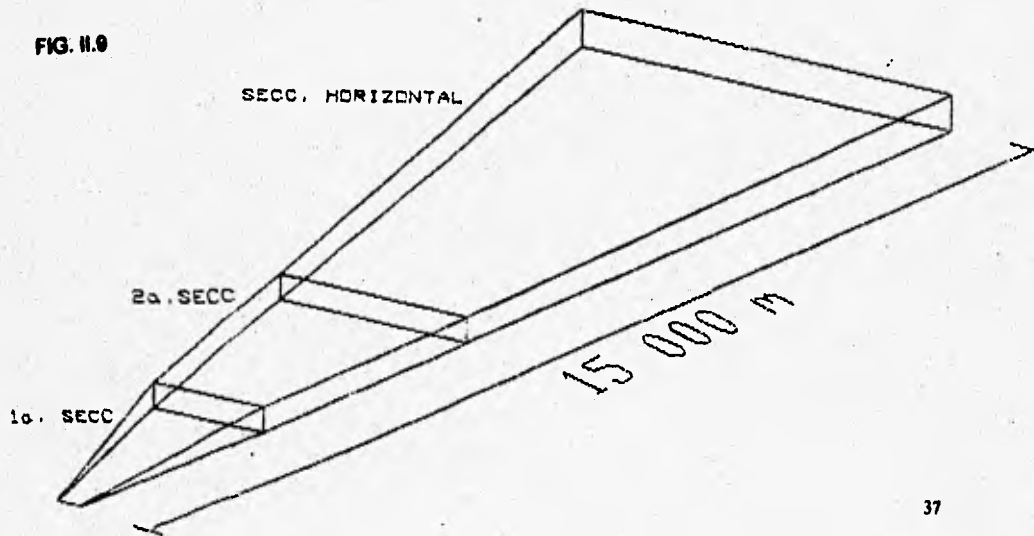


FIG. II.8

FIG. II.9



Otras ayudas que se consideran importantes además de las ayudas a la navegación, son las ayudas visuales, éstas consisten en sistemas luminosos o letreros que faciliten las operaciones de aterrizaje, despegue o movimiento en tierra de una aeronave en el aeropuerto.

Las ayudas visuales con que cuenta en la actualidad el AICM tienen como base principal el Anexo 14 y las Normas y recomendaciones editadas por la OACI .

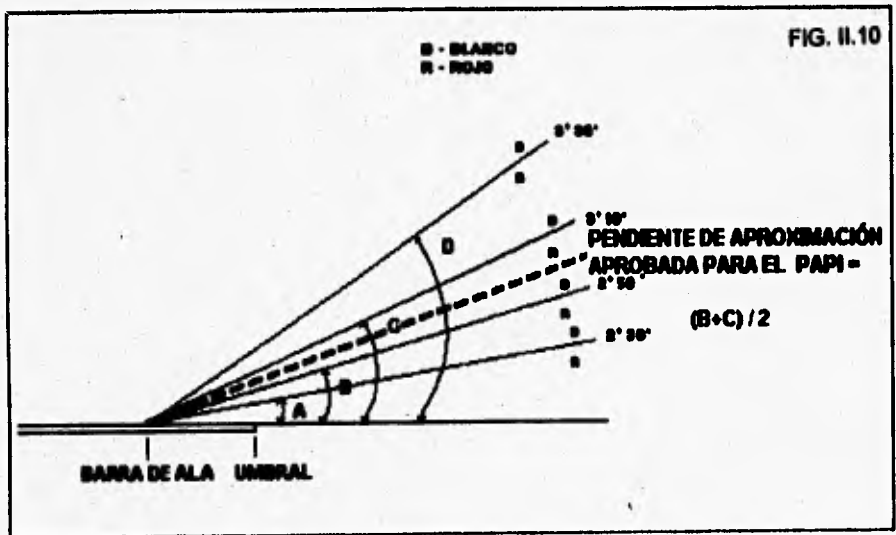
AYUDAS VISUALES LUMINOSAS.

- PAPI (Precision Approach Path Indicator) en ambas pistas.

El PAPI como su nombre lo dice es un indicador de trayectoria de aproximación de precisión, en otras palabras, es un sistema que sirve de orientación visual para facilitar la aproximación de las aeronavaciones a la pista.

La configuración del sistema consta de una barra de ala con cuatro elementos , cada elemento consta de lamparas dobles que proyectan una señal luminosa roja inferior y blanca superior, cada elemento se encuentra con un ángulo diferente.

Este sistema es adecuado para utilizarse en operaciones diurnas y nocturnas.



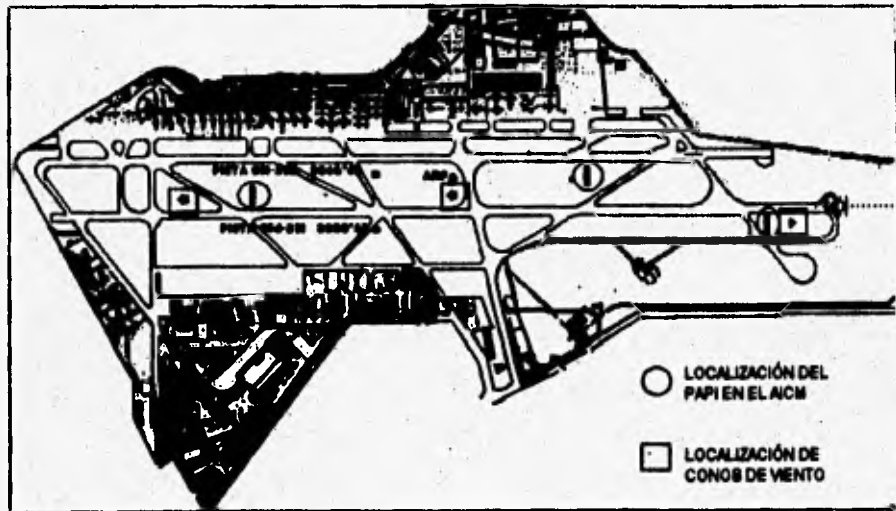
HACES LUMINOSOS Y REGLAJE DEL ÁNGULO DE ELEVACIÓN DEL SISTEMA PAPI 3º

• CONOS DE VIENTO

Se cuenta en el aeropuerto con tres conos de viento, dos de ellos iluminados. Estos conos tanto los iluminados como los no iluminados son indicadores de la dirección y velocidad del viento.

Este indicador tiene la forma de un cono truncado con un diámetro mayor de 0.90 m, diámetro menor de 0.50 m y una longitud de 3.60 m. El material de que están constituidos estos conos es c tela sintética repelente al agua. La ubicación de éstos en el AICM así como la localización del PAPI se muestran en la siguiente figura.

FIG. II.11



FARO GIRATORIO

Localizado en el Cerro del Peñón, es utilizado para indicar la posición de un aeropuerto desde el aire. Consiste básicamente en un proyector de alta intensidad que gira en torno a un eje vertical mostrando alternadamente destellos blancos y verdes.

PISTOLA DE SEÑALES

La función de la pistola de señales es transmitir un mensaje en cualquiera de los tres colores rojo, verde y blanco, utilizando el código MORSE.

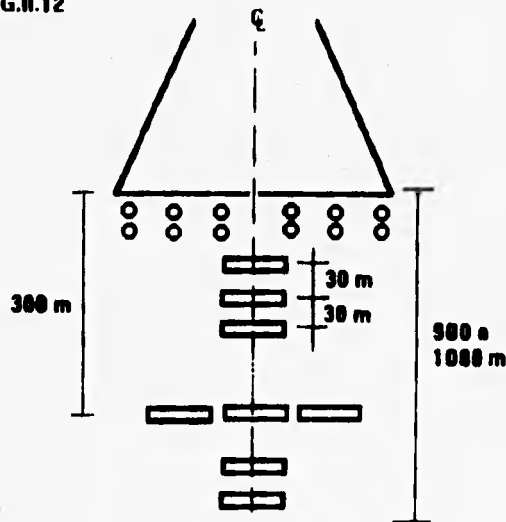
Se encuentra ubicado en la torre de control del aeropuerto.

Como característica principal tiene la facilidad de manejo, ya que se dirige manualmente al objetivo deseado. Ésta puede ser utilizada tanto de día como de noche, únicamente cambia la intensidad de la luz de color.

LUCES DE APROXIMACIÓN

Sistema formado por luces de umbral adicionales en el sentido de la aproximación y un juego de barras transversales formado por cinco lamparas, cada barra esta separada desde el umbral y entre si 30 mts en una longitud de 1 km., éstas están situadas en la prolongación del eje del umbral. El sistema de luces de aproximación ha sido diseñado para pistas de aproximación de precisión categoría I.

FIG.N.12



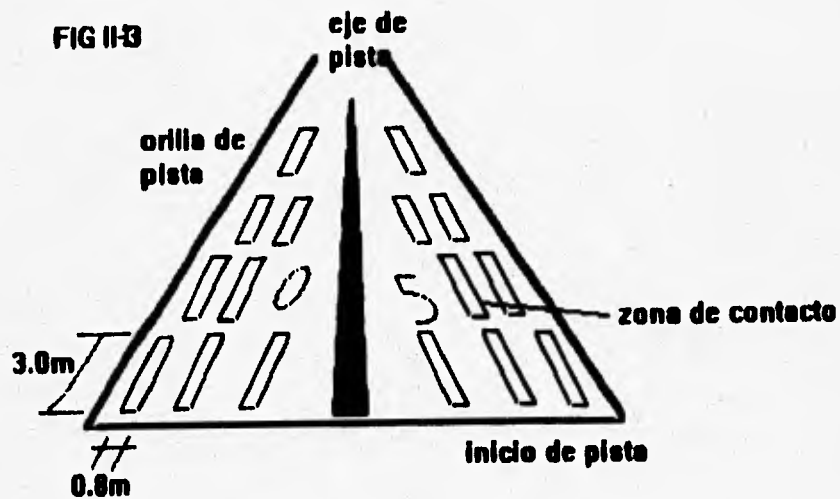
AYUDAS VISUALES NO LUMINOSAS.

Dentro de este tipo de ayudas se encuentran básicamente marcas o señales en pistas, calles de rodaje y plataformas. Las señales en pistas más importantes son las siguientes:

- Eje de pista
- Inicio de Umbral
- Orientación magnética

En cuanto a rodajes y plataformas, son señaladas con una línea continua de color amarillo a través de su eje.

Las siguiente figura esquematiza las ayudas visuales no luminosas que existen en el aeropuerto.



Haciendo un compendio de lo mencionado en el subtema de espacios aéreos, el AICM cuenta con las siguientes ayudas:

⇒ **AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

Control de tránsito aéreo
VOR/DME
ILS categoría I pista 23I
ILS categoría I pista 05D
Radar
Marcadores

⇒ **AYUDAS VISUALES LUMINOSAS**

PAPI
Conos de viento
Faro giratorio
Pistola de señales
Luces de aproximación

⇒ **AYUDAS VISUALES NO LUMINOSAS.**

2.1.2 PISTAS.

FRANJA DE ATERRIZAJE. Es una franja nivelada normalmente con césped.

PISTA. Es una franja pavimentada localizada en la porción central de la franja de aterrizaje y construida especialmente para despegues y aterrizajes. Ésta constituye la parte más importante de un aeropuerto, la cual debe tener longitud y diseño adecuados para los aviones a los que da servicio.

Se presenta a continuación una breve reseña de los cambios que se han experimentado en las pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, con objeto de conocer más a fondo la evolución de éstas en el aeropuerto, hasta llegar a la explicación del estado actual de dichas pistas. Los datos que se presentan fueron obtenidos de las memorias del curso ingeniería de aeropuertos modulo: construcción impartido en Mayo de 1986 por el Ing. Anastasio Pérez Pinada en la Ciudad de México DF. y del plan maestro del AICM 1980.

El área autorizada a fines de la década de los 20's para la construcción de lo que es ahora el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, corresponde a la zona lacustre del antiguo lago de Texcoco, cuyo subsuelo está formado por una capa de limo de más de 2 metros de espesor, apoyada sobre un estrato de arcilla de gran plasticidad y alta compresibilidad; encontrándose el nivel freático en esa época a menos de un metro de profundidad.

Fue a fines de la citada década, cuando se inició la construcción de la pista 05 Izq. con sólo 800 m de longitud y la 10-28 para vientos cruzados, con 1600 mts. para vientos cruzados que eran suficientes para el tipo de aviones que operaban. Para el tipo de suelo antes mencionado el tipo de pavimento adecuado fue; el empleo de base Telford y Macadam con un espesor de 40 cms. Considerado adecuado para el tipo de tráfico que operaba en aquella época, que consistía en aviones Lincoln Standard y el trimotor Ford con pesos de 1500 y 5000 kg. respectivamente.

Para fines de los años 30's se fue adquiriendo equipo de vuelo de mayor capacidad y peso, siendo éstos los aviones DC-2 Lockheed 10 Electra, de 14 plazas y 10 plazas respectivamente, como el DC-3 de 21 plazas y peso máx de 11500 Kg.

Dado lo anterior se prolonga la pista 05I, llegando a una longitud de 1500 mts con 50 cms de espesor, utilizando el mismo tipo de pavimento.

En los años 40's se construye la pista 05D-23I con 1600 mts de longitud, la pista 14-32 con 1700 mts y en 1954 la pista 13-31.

A mediados de los años 40's se prolonga la pista principal 05I hasta 2700 mts y la 05D hasta el km. 3+000. En la pavimentación de las prolongaciones citadas, se desechó la base Telford y se empleó grava cementada, con espesores entre 60 y 70 cms, incluyendo 10 cms de carpeta asfáltica. Esta medida fue necesaria ya que se encontraban operando ya en México el DC-4 así como la compañía Pan American

Airways tenía operando también los Stractoclipers con capacidad de 33 pasajeros y 22 500 kg. de peso.

Para el año de 1950 ya se había reforzado el espesor de la pista 05D, colocando entre 20 y 30 cms de grava cementada y 10 de carpeta asfáltica, que a su vez en el tramo correspondiente se apoyaba en la base Telford. Este refuerzo daba capacidad de soporte al pavimento para la operación del DC-6, que ya se iniciaba.

Con estos espesores estuvo operando la pista, hasta la década de los 50 en que nuevamente se prolonga la pista 05D-23I hasta el km. 3+300, empleando en su pavimentación espesores de hasta 4.50 mts debido a que en este último punto cruzaba el río unido.

Aumentaba la capacidad de los aviones y el tráfico aéreo y al llegar el año de 1960 se iniciaba la era del Jet en México, pues la compañía Mexicana de Aviación adquirió los aviones de Havilland Comet 4-C y Aeronavaciones de México obtuvo el DC-8. 1960 año en que por primera vez se emplea el diseño denominado sección compensada, para la realización de la prolongación de la pista 05I entre la estación 2+700 y 3+100, donde el espesor total empleado fue de 1m 10 cms.

En 1972 se prolonga la pista 05D, con 600 mts, por lo cual su longitud entre umbrales, era de 3900m, longitud con la que cuenta en la actualidad. Esta última ampliación debida a que el DC-8 requería de mayor longitud para despegar.

Del 6 de Mayo al 25 de Agosto de 1980 se cierra a la operación la pista 05I-23D -112 días- para ampliarla a 45 mts de ancho y construir 506 mts que prolongan la 05I. En la actualidad las pistas del Aeropuerto soportan la carga de aeronavaciones que, como el B-747 pesa 350 ton.

En la actualidad en Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México esta constituido por dos pistas paralelas separadas 300 m de eje a eje, y, una tercera pista con orientación 13-31 para vientos cruzados de 2300 m de longitud por 40 m de ancho, ésta última pista no es utilizada y está reducida.

La identificación de las pistas paralelas es 05D-23I y 05I-23D teniendo la primera de estas una longitud de 3900 mts, por 45 mts de ancho y la segunda 3646 mts de longitud por 45 m mts de ancho (longitudes mencionadas ya con anterioridad en la reseña).

Ambas pistas se programan tanto para salidas como aterrizajes.

Las tres pistas existentes en la actualidad están construidas con pavimento concreto asfáltico.

El sistema de pistas en el aeropuerto consiste de los siguientes elementos.

1. Pavimento estructural que soporta la carga estructural aplicada por el peso de avión. También debe permitir maniobrabilidad, control y estabilidad.

2. Los márgenes adyacentes al término del pavimento estructural, que resisten la erosión debida al chorro de los reactores, y permiten alojar la circulación de los equipos de mantenimiento y el servicio de patrulla.
3. El sector contra chorros. Este área está diseñada para prevenir la erosión de las superficies adyacentes a los finales de la pista; las cuales están sujetas a un prolongado o repetido chorro de reacción de los aviones.
4. Una zona de parada. Esta es una longitud adicional del pavimento que se prolonga rebasando el extremo de la pista. En esta zona se cuenta con pavimento de resistencia suficiente para soportar ocasionalmente el peso de los aviones. En el AICM se tienen en las cabeceras 05-I y 05-D zonas que se consideran de parada, éstas no se construyeron como zonas de parada más bien han sido el resultado del desplazamiento de umbral en las cabeceras mencionadas. No se tienen éstas zonas con otro tipo de pavimento de mayor resistencia.
5. El área de seguridad de pista la cual ha sido despejada, e incluye el pavimento estructural, los márgenes adyacentes, el sector contra chorros y una zona de parada, esta área debe ser capaz de soportar equipo de emergencia y mantenimiento, así como también proporcionar soporte a los aviones en caso de que tuvieran que virar fuera del pavimento.
6. Una zona libre de obstáculos, la cual es una zona no pavimentada, situada más allá del extremo de la pista.

Para conocer la dimensiones de los elementos antes mencionados el AICM, la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), proporciona cierto grado de uniformidad en las instalaciones de aterrizaje de los aeropuertos, ésta ha establecido los correspondientes criterios (Anexo 14). Cualquier criterio que involucren anchuras y pendientes de las pistas y otras características del área de aterrizaje, tienen en cuenta las amplias variaciones de las características de las aeronaves, de las técnicas de pilotaje y las condiciones meteorológicas.

Teniendo en cuenta lo anterior se proporcionan las tablas, que se manejan en el Anexo 14, con el fin de determinar a partir de ellas, las distintas proporciones con que cuenta el sistema de pistas de AICM.

¹ Entrevista Ing. Persi Damian Superintendente de CCO, ASA, 6 Junio 1995

TABLA: IIC CLAVE DE REFERENCIA DE AERODROMO

Núm. de clave (1)	Elemento 1 de la clave		Elemento 2 de la clave	
	Longitud de campo de referencia del avión (2)	Letra de clave (3)	Envergadura (4)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a (5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusivo)	Hasta 4,5 m (exclusivo)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusivo)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusivo)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusivo)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusivo)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusivo)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusivo)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusivo)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusivo)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusivo)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusivo)

a. Distancia entre los bordes anteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

FUENTE: ANEXO 14. OACI

TABLA: IID ESPECIFICACIONES DE LAS PISTAS Y FRANJAS

	Número clave			
	1	2	3	4
Anchura de pista				
Letra clave A	18 m	23 m	30 m	—
Letra clave B	18 m	23 m	30 m	—
Letra clave C	23 m	30 m	30 m	45 m
Letra clave D	—	—	45 m	45 m
Letra clave E	—	—	—	45 m
Anchura de pista más márgenes	Si la letra clave es D o E, la anchura total de la pista y de sus márgenes no será superior a 60 m			
Pista				
Pendiente longitudinal máxima	1,5%	1,5%	1,25%	1,25%
Gradiente máximo efectivo	2%	2%	1%	1%
Cambio máximo longitudinal de la rasante	2%	2%	1,5%	1,5%
Pendiente transversal máxima	2% si la letra clave es A o B; 1,5% si la letra clave es C, D o E			
Anchura de la franja de la pista				
Pista de precisión o no	150 m	150 m	300 m	300 m
Pista de vuelo visual	60 m	80 m	150 m	150 m
Franja				
Pendiente longitudinal máxima	2%	2%	1,75%	1,5%
Pendiente transversal máxima	3%	3%	2,5%	2,5%

FUENTE: ANEXO 14. OACI

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO (AICM)



AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO:

Clave de referencia de aeródromo (tabla II-C):

Numero clave: 4
Letra clave: E

Tabla II-D

Anchura de pista: 45m

Pista

Pendiente longitudinal máxima: 1.25 %
Gradiente máximo efectivo: 1 %
Cambio máximo longitudinal de la rasante: 1.5 %
Pendiente transversal máxima: 1.5 %

Anchura de la franja de la pista: 300 m

Franja

Pendiente longitudinal máxima: 1.5 %
Pendiente transversal máxima: 2.5 %

Anchura de calles de rodaje (Tabla II-F):

Anchura de calles de rodaje: 23 m
Anchura total de la calle de rodaje y sus márgenes: 44 m

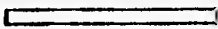
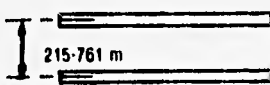
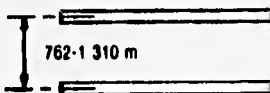
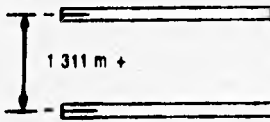
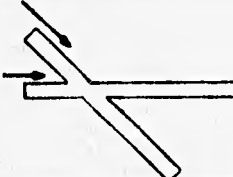

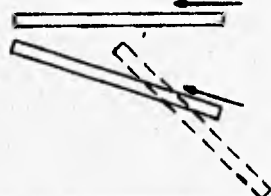
De acuerdo al Anexo 14, las pistas del AICM estarían clasificadas como: "Pistas para aproximaciones de precisión categoría I".

El criterio de clasificación de pistas se mencionará en secciones posteriores.

De acuerdo al número de pistas, así como a su configuración, la FAA (Federal Aviation Administration) ha ideado un medio para determinar la capacidad de un aeropuerto, definiendo "capacidad" como el índice de rendimiento, o sea el número máximo de operaciones que puede tener lugar en una hora.

En la tabla II-C se indican las series de capacidad horaria y el volumen de servicio anual para diferentes configuraciones de pista, ésta será de utilidad para más adelante realizar comparaciones con los pronósticos que se tienen del AICM.

Tabla II.E Capacidad horaria y volumen de servicio anual para la planificación a largo plazo

Número	Configuración de la pista	Capacidad movimientos/h		Volumen de servicio anual Movimientos/h
		VFR	IFR	
1		51-98	50-59	195 000-240 000
2	 215-761 m	94-197	56-60	260 000-355 000
3	 762-1 310 m	103-197	62-75	275 000-365 000
4	 1 311 m +	103-197	99-119	305 000-370 000
5		72-98	56-60	200 000-265 000
6		73-150	56-60	220 000-270 000
7		73-132	56-60	215 000-265 000

Fuente: Manual de planificación de aeropuertos parte 1
OACI

CALLES DE RODAJE.

SISTEMAS DE RODAJE. Los rodajes se diseñan para conectar el área de plataforma con la pista (s) de tal manera que permita escalonar la distancia en varios puntos de la pista para permitir salidas y llegadas de aeronavaciones.

A medida que han ido en aumento las longitudes en ambas pistas del AICM, ha ido también en aumento el número de calles de rodaje, teniendo en la actualidad el siguiente sistema de calles de rodaje:

RODAJES:

Rodajes A, B, C, D.

RODAJES DE SALIDA DE PISTA:

Pista 05DI-23I
Rodajes A, B3, B4, B6, E1, B7, pista 13 - 31
E y B

Pista 05I-23D
Rodajes B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, pista 13-31,
B8, B9, E, B.

La función de las calles de rodaje de salida de la pista es reducir al mínimo el tiempo de ocupación de las pistas para las aeronavaciones que aterrizan. Las calles de salida pueden encontrarse en ángulo recto con respecto a la pista o en otro ángulo. El AICM consta con calles de rodaje tanto en ángulo recto como en ángulo agudo respecto a la pista (Véase plano del AICM).

En la tabla II.F se describen las anchuras normales de las calles de rodaje.

De acuerdo a la letra clave correspondiente al AICM se tiene una anchura de calle de rodaje de 23 m, y una anchura total de calle de rodaje y sus márgenes igual a 44 m.

Letra clave	Anchura de calles de rodaje	Anchura total de la calle de rodaje y sus márgenes
A	7,5 m	—
B	10,5 m	—
C	15 m si la calle de rodaje se ha previsto para aviones con una base de ruedas inferior a 18 m; 18 m si la calle de rodaje se ha previsto para aviones con una base de ruedas superior a 18 m	25 m
D	18 m si la calle de rodaje se ha previsto para aviones cuya anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal es inferior a 9 m; 23 m si la calle de rodaje se ha previsto para aviones cuya anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal es igual o superior a 9 m	38 m
E	23 m	44 m

Nota.— Las cifras anteriores se refieren a la porción recta de la calle de rodaje.

CAPACIDAD ACTUAL.

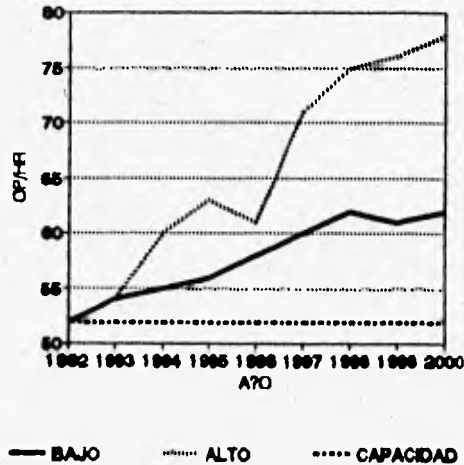
Pistas - Rodajes

De acuerdo a la configuración geométrica de las pistas, a las ayudas con que se cuentan en el aeropuerto como: ayudas a la navegación, ayudas visuales luminosas y no luminosas, controladores aéreos, los cuales tienen la capacidad teórica de atender 60 op/hr sin embargo, las ayudas terrestres con que se cuentan amén de la configuración de plataformas la capacidad se ve reducida a 52 operaciones por hora.

DEMANDA - CAPACIDAD.

Como se mencionó anteriormente la capacidad actual de pistas y rodajes es de 52 operaciones/hora, del cálculo de operaciones horarias presentado en el SEA, se tiene que a partir de 1992 la capacidad en op/hr instalada en pistas ha venido a igualar a la demanda, en consecuencia se tiene para los siguientes años, una demanda creciente mucho mayor a la capacidad existente, proyectando para el año 2000, 62 op/h en escenario bajo y 78 op/hr en escenario alto, demanda que se encuentra por encima en un 23% y 53 % respectivamente. Véase siguiente gráfica.

² Entrevista Ing. Persi Damian, Superintendente CCO ASA 6 Junio 1995



2.1.3 PLATAFORMAS

PLATAFORMAS Se define como una zona en la parte aeronáutica de un aeropuerto cuyo propósito es recibir aeronavaciones para carga y descarga de pasajeros, correspondencia o mercancías, reabastecimiento, estacionamiento o mantenimiento.

A través de la historia del AICM las plataformas han sufrido cambios en su superficie, es decir, han aumentado su tamaño debido a las necesidades que se han ido presentando por el aumento que ha tenido dicho aeropuerto a través de los años. El progreso de las aeronavaciones, su capacidad de maniobra, el tamaño, métodos de estacionamiento, disposición geométrica de las calles de rodaje, barreras protectoras contra el chorro de los motores, así como el aumento en el número de aeronavaciones han constituido factores importantes para el crecimiento de superficie de una plataforma.

En la actualidad el AICM consta de las siguientes plataformas:

PLATAFORMA DE AVIACIÓN COMERCIAL.

Área de 459 500 m²

Tipo de pavimento. Concreto asfáltico e hidráulico

Hidrantes para suministro de combustible

PLATAFORMA DE CARGA AÉREA

Área de 54 000 m²

Tipo de pavimento. Concreto asfáltico e hidráulico

Plataforma de aviación comercial. Esta es una área designada para las maniobras y estacionamiento de las aeronavaciones situada junto a las instalaciones del edificio de pasajeros. Desde esta área los pasajeros que salen del edificio embarcan en la aeronave.

Constituida por 459 500 m². La capacidad de estacionamiento simultáneo de esta plataforma es de 65 posiciones de las cuales 21 equivalen a posiciones en contacto y 44 posiciones remotas manejando así la siguiente combinación de aviones:

46	B-727
11	DC-10
9	B-747

A partir del traslado de la aviación general a la Ciudad de Toluca, la plataforma de aviación general es utilizada para la aviación comercial, ésta, está localizada al Sureste de la terminal de aviación comercial, en una superficie de 112 500 m² que tiene una capacidad para 14 posiciones combinando aviones B-757 y B-727 y B-747, en 1994 se hace una rehabilitación del pavimento de dicha plataforma permitiendo recibir en esta área también aviones DC-10³

Plataforma de carga. Para las aeronavaciones que sólo transportan carga y correo se establece esta plataforma de carga separada junto al edificio terminal. Es conveniente la separación de las aeronavaciones de carga y de pasajeros debido a los distintos tipos de instalaciones que cada una de ellas necesita en la plataforma y en la terminal.

Cuenta con una superficie de 54 000 m² permite alojar del orden de 5 aeronavaciones de cabina ancha entrando por su propio impulso y saliendo con tractor

CONFIGURACIÓN DE ESTACIONAMIENTO DE LAS AERONAVES.

El AICM maneja configuraciones de estacionamiento para las aeronavaciones con proa hacia adentro (entrada con motor y salida con tractor). Las ventajas que produce este tipo de configuración son las siguientes:

Requiere una zona menor para una aeronave dada.

³idem

Los efectos del chorro de los reactores sobre el equipo, el personal y la terminal son mucho menores

Reduce el tiempo de servicio de la aeronave, ya que el equipo terrestre puede emplazarse antes de la llegada de la aeronave; menores requisitos de movimiento de equipo en la salida de la aeronave.

Pasarela de embarque de pasajeros fácil de emplear.

Inconvenientes:

Es necesarios el tractor para el empuje.

La operación de empuje requiere tiempo y un operario hábil.

RELACIÓN PLATAFORMA/TERMINAL.

El orden de la plataforma está relacionado directamente con el concepto de la terminal para pasajeros. El AICM maneja el concepto lineal (Véase siguiente fig.). Las aeronaves se estacionan en configuración de proa hacia adentro/empuje con distancia mínima entre borde de plataforma y terminal. El estacionamiento con proa adentro permite una maniobra relativamente fácil y sencilla de las aeronavaciones en rodaje hasta la posición de embarque. Sin embargo se presenta un problema cuando sale una aeronave ya que ésta bloquea el rodaje de acceso y salida a la plataforma.

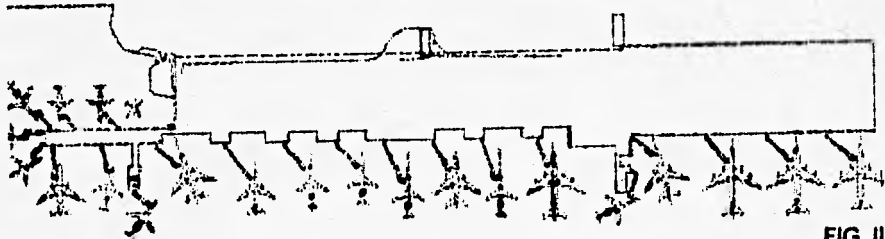


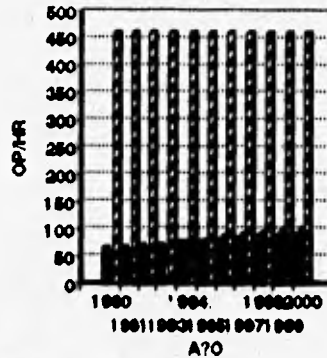
FIG. II.14

DEMANDA - CAPACIDAD

La plataforma de aviación comercial consta con una superficie de 459500m², dicha superficie se considera adecuada para el buen funcionamiento del aeropuerto hasta el año 2010 considerando escenario bajo y para el año 2004 si se considera escenario alto, esto es, según pronóstico presentados en el SEA 1993.

La aviación regional+general considera unicamente una superficie de 500 m² de plataforma, ésta se contempla para operaciones de aviación general que no pueden ser desplazadas como operaciones presidenciales y la PGR.

La siguiente gráfica de barras esquematiza el crecimiento que necesitará la superficie de la plataforma en aviación comercial tanto en escenario bajo ya alto, este crecimiento se considera el adecuado para que exista un equilibrio en demanda y capacidad en dicha plataforma.



2.1.4 EDIFICIO DE PASAJEROS.

ESC. BAJ ESC. ALT CAPAC

El edificio de pasajeros que atiende las operaciones de aviación comercial, se encuentra ubicado al suroeste de los terrenos del aeropuerto, éste consta de dos salas: la nacional y la internacional, la primera de ellas tiene una superficie de 77300m² en tanto que la segunda (sala internacional), consta de 30500m², constando así de una superficie total de 107800 m². Datos obtenidos del Sistema Estadístico Aeroportuario 1994.

Se cuenta con un concepto lineal de un edificio centralizado de dos niveles, donde, la superficie de la planta baja cuenta con 52780 m² y la planta alta consta de 48150 m².

En el edificio se llevan a cabo los procesamientos de llegada y salida de pasajeros, disponiendo para dar seguridad y confort a éstos de un conjunto ordenado de servicios que se cuentan como básicos y que cumplen con los niveles mínimos de seguridad y eficiencia que establecen las autoridades aeronáuticas.

- A) ÁREA DE DOCUMENTACIÓN
- B) AMBULATORIO
- C) SALAS DE ESPERA
- D) MÓDULOS DE REVISIÓN DE EQUIPAJE DE MANO
- E) SALAS DE ÚLTIMA ESPERA
- F) SALIDAS DE ABORDAJE

Las salidas de abordaje se realizan por medio de una conexión directa de la sala de última espera con la aeronave, denominándosele pasillos telescópicos, de los cuales en la actualidad se cuentan en el AICM con 21 de ellos.

Además de los servicios básicos el AICM en su edificio cuenta lo siguiente:

- Mostradores
- Básculas
- Bandas de reclamo
- Aerocares
- Rayos X
- Detector de metales
- Detector portátil
- Detector de explosivos
- Sanitarios
- Salas móviles

Todos ellos conforman servicios que se consideran de vital importancia en el aeropuerto. Es necesario aclarar que no son todos los servicios que se prestan, por mencionar algunos otros se tienen salones VIP, áreas de comida rápida, centros de negocios, oficinas, locales comerciales, un salón de convenciones, correos y telegrafos, casas de cambio, unidades bancarias, oficinas, hotel entre otras cosas.

DEMANDA - CAPACIDAD

La sala nacional se encuentra afectada en la actualidad en varios puntos del edificio, debido a la cantidad de pasajeros que se manejan. Se muestra a continuación un análisis de las zonas en que se manifiesta ya saturación.

SALA DE BIENVENIDA NACIONAL.

Según aforos realizados en el AICM por ASA, se tienen en promedio de 2.5 acompañantes o visitantes por pasajeros.

De pronósticos presentados en el capítulo de estadísticas, se tiene el siguiente número de pasajeros horarios en operaciones nacionales

AÑO	NACIONAL			
	LLEGADA		ACOMPANANTES	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO
1994	2835	2880	7088	7200
1996	3048	3248	7620	8115
1998	3276	3501	8160	8753
2000	3411	3729	8528	9323

Se tiene en la sala de Bienvenida nacional un área de 562.5 m² (37.5m*15m), en donde se cuenta con 88 asiento.

Dado que se tiene un pronóstico en escenario bajo de 7088 acompañantes para 1994, y haciendo una consideración personal de que cada visitante debería disponer de 2.25 m² (1.5m*1.5m) para su comodidad, el área con que cuenta la sala daría capacidad a 250 visitantes bien acomodados, por lo tanto el área disponible para visitantes es insuficiente trayendo con esto problemas no solo a acompañantes o visitantes, sino también al mismo pasajero.

SALAS DE ÚLTIMA ESPERA

La sala nacional cuenta con 9 salas de última espera, numeradas de acuerdo a la posición en plataforma que les corresponde, se tiene así de la sala 9 a la 17 para vuelos nacionales en tanto que de la 18 a la 25 para vuelos internacionales, Las salas 1a la 8 poseen una sala de última espera conjunta.

Las salas nacionales 11,13,14,15,16 cuentan con un área de 210 m², la salas 12 y 17 cuentan con 267.7m² (25.5m*10.5m)

Los aviones críticos que se manejan en aviación nacional son:

TIPO DE AVIACIÓN	NO. ASIENTOS
DC-10	270-345
B757-200	178-217

Analizando las salas de última espera nacionales de la 11 a la 16 con un área de 210 m² cada una de ellas, se tiene, considerando un indicador de 14 m² por persona⁴, se tienen una capacidad para 15 pasajeros, cantidad que se considera insuficiente para atender cómodamente la demanda que se presente.

Por lo tanto podemos concluir que el espacio con que cuentan estas salas ya rebasó los límites de la comodidad para los usuarios, dado lo anterior se ve necesario ya el aumento en el área de dichas salas.

Las salas 12 y 17 con 267.7 m², tienen capacidad para 119 personas suponiendo 14 m² por persona, aunque con mayor amplitud, la saturación ya se ha hecho presente para las aeronaves críticas DC-10, B767-200 en tanto que en el B757-200 se considera área suficiente, aún considerando que los vuelos no van al 100 % de su capacidad en pasajeros.

En la planta alta se cuentan también con salas de usos múltiples para pasajeros de salida donde se tienen comercios tales como: snack bar, tiendas e bocadillos, helados, regalos, libros etc. para comodidad de los usuarios.

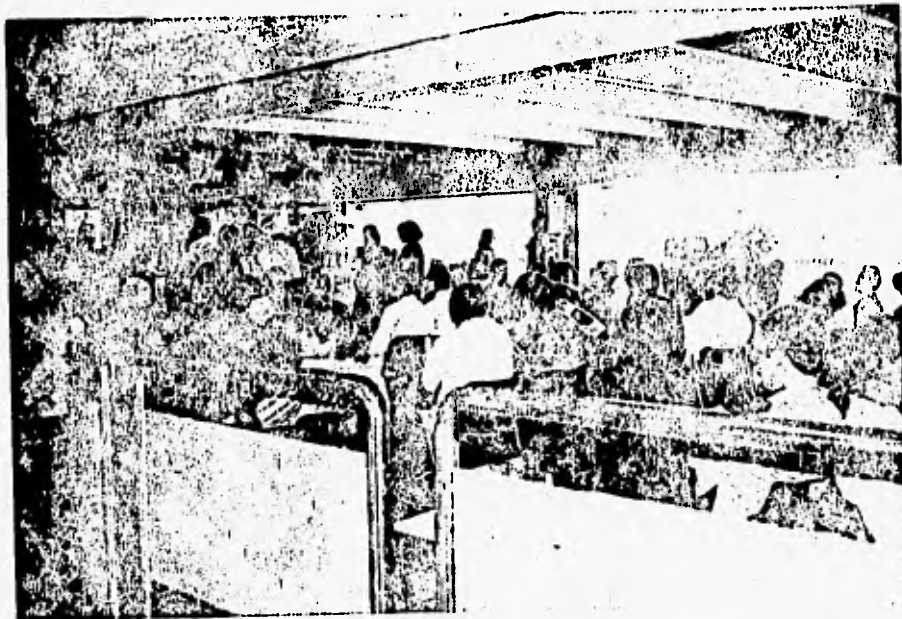
En el área internacional se tienen las oficinas de migración, las cuales se encuentran ubicadas en planta alta además de contar con servicios para comodidad de los usuarios como los antes mencionados se tiene tienda libre de impuestos.

⁴ "Advisory Circular". Federal Aviation Administration, 4/22/88, P.53

ZONA DE ESPERA Y DOCUMENTACIÓN NACIONAL

En la actualidad esta zona cuenta con 116 asientos disponibles en un área que ya se considera insuficiente para albergar a la población (pasajeros y acompañantes) que se presenta diariamente. Indubitablemente en meses que se consideran críticos por el aumento en la población de pasajeros esta zona constituye un problema grande para el edificio.

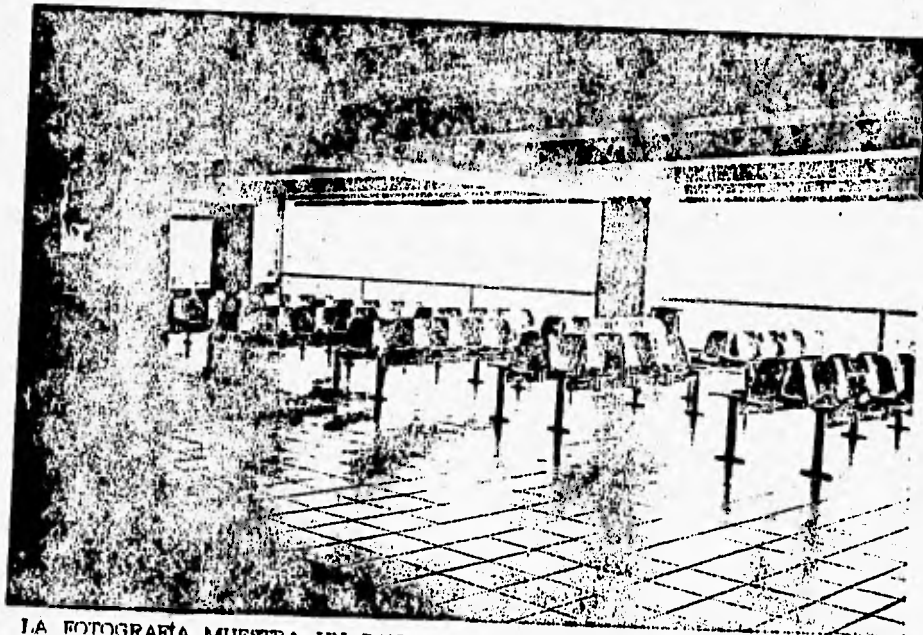
Las siguientes fotografías dan una visión clara de la saturación que se tiene en distintos puntos del aeropuerto.



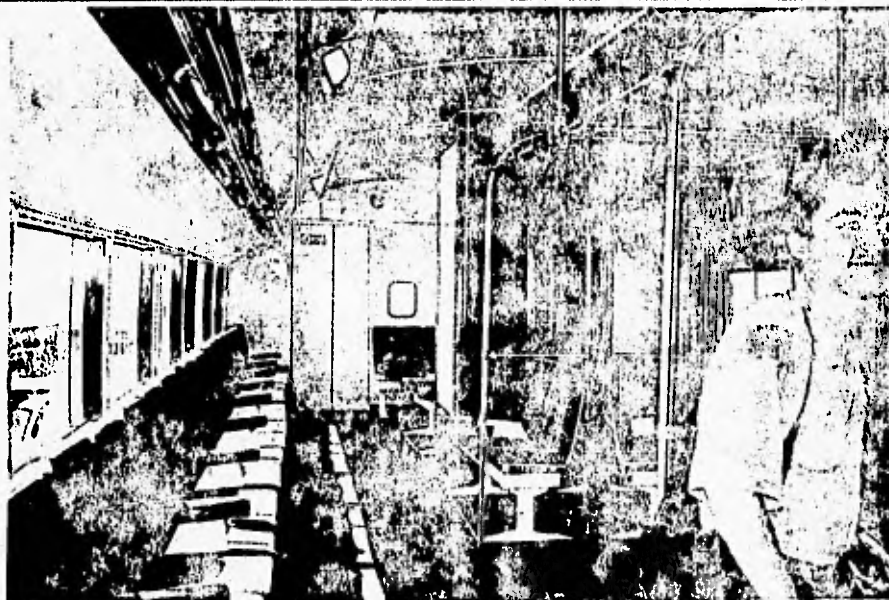
EN LAS SALAS DE ÚLTIMA ESPERA NACIONAL SE TIENEN YA PROBLEMAS DE CAPACIDAD.



LA SUPERFICIE DE LA SALA DE BIENVENIDA NACIONAL SE HACE INSUFICIENTE ANTE LA CRECIENTE DEMANDA.



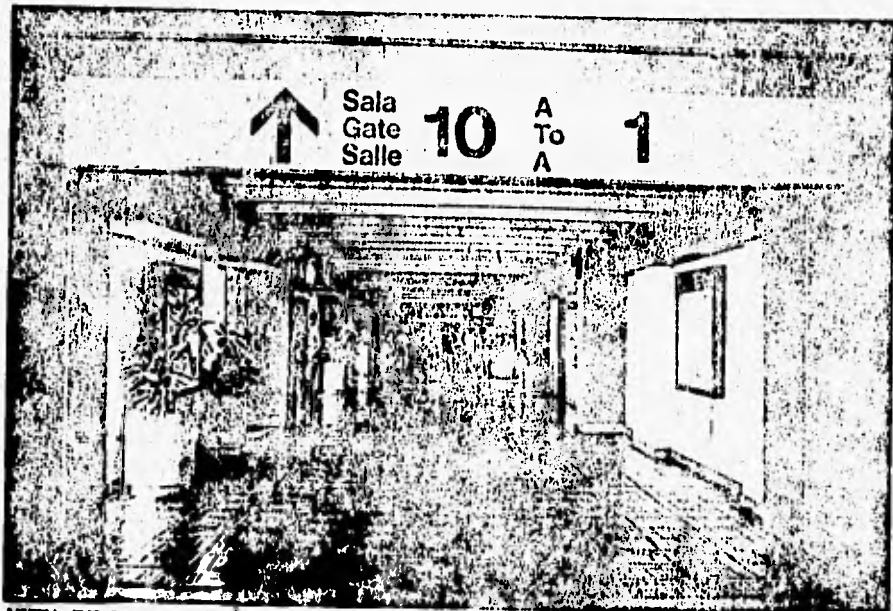
LA FOTOGRAFÍA MUESTRA UN PANORAMA DE LAS SALAS DE ÚLTIMA ESPERA



VISTA INTERIOR DE LAS SALAS MÓVILES



PARA EL TRASLADO DE PASAJEROS SE VE NECESARIO LA UTILIZACIÓN DE ESTE TIPO DE CAMIONES QUE PERMITEN EL TRASLADO DE PASAJEROS DE PLATAFORMA REMOTA AL EDIFICIO DE PASAJEROS



VISTA DE LA UBICACIÓN DE LAS SALAS DE ÚLTIMA ESPERA EN EL EDIFICIO DE PASAJEROS

2.1.5 ESTACIONAMIENTOS

El AICM cuenta con 3 áreas destinadas a estacionamientos de vehículos para pasajeros, visitantes y personal que labora en el aeropuerto.

Estacionamiento 1. Edificio vertical, ubicado en una superficie de 61200 m² con capacidad para 1900 lugares de estacionamiento.

Estacionamiento 2. Denominado Edificio A, ubicado en una superficie de 35928.8 m² con capacidad para 1150 lugares de estacionamiento.

Estacionamiento 3. Con capacidad para 250 lugares de estacionamiento.

El tercero de ellos esta destinado principalmente para personal de aeropuerto, por lo tanto el AICM tiene una capacidad de 3050 lugares de estacionamiento para pasajeros.

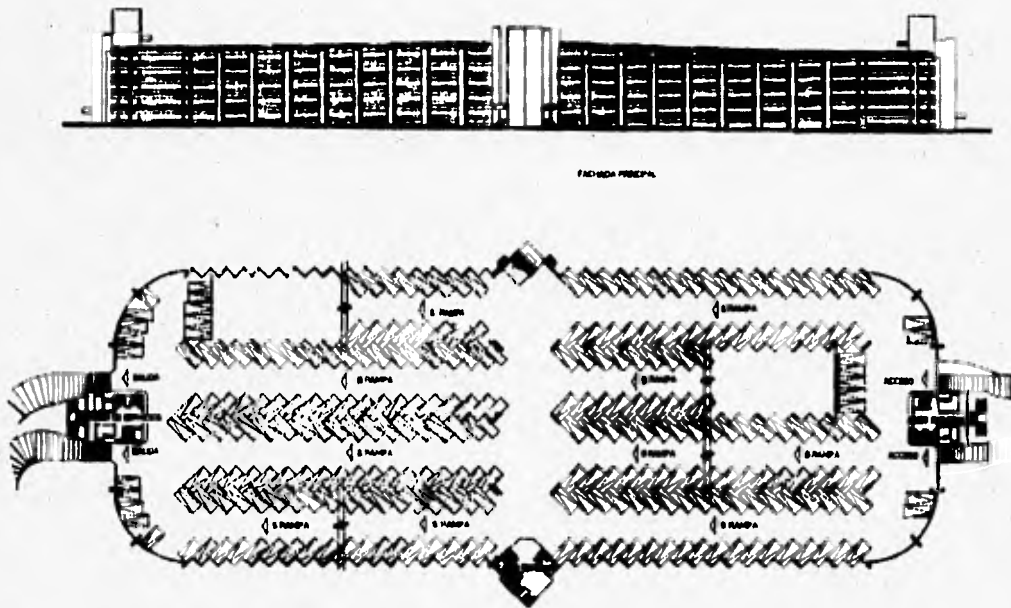


FIG. II.15

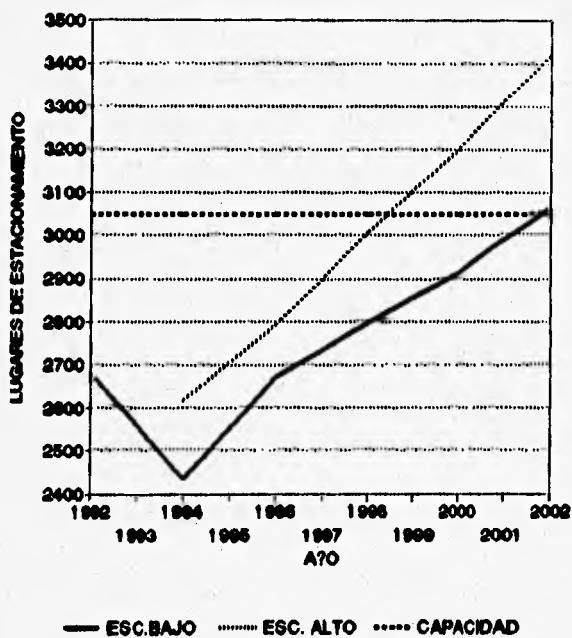
CAPACIDAD DEMANDA

AÑO	BAJO	ALTO
1992	2678	
1994	2433	2618
1996	2669	2792
1998	2795	3009
2000	2912	3205
2002	3084	3419

Si se presenta el escenario alto pronosticado, la demanda en el número de lugares de estacionamiento para usuarios en el año 2000 ya estaría por encima de la capacidad presente.

La siguiente gráfica esquematiza el comportamiento.

El escenario bajo pretende un comportamiento saludable hasta el año 2002.



2.1.6 AVIACIÓN GENERAL

Las instalaciones de lo que era antes la aviación general se encuentran ubicadas al sur del aeropuerto y cuenta con un edificio terminal en una superficie de 1350 m², teniendo un indicador global de 14 m² de edificio por cada pasajero en hora de mayor movimiento. Dado lo anterior, se tiene, que la superficie total del edificio tiene capacidad para procesar 96 pasajeros en hora crítica. Véase siguientes figuras.

Anteriormente se manejaba la aviación general en una superficie de 38 HA en la cual se contaba con 90 hangares de diferentes dependencias oficiales y compañías privadas.

Para 1992 la aviación general fue desplazada hacia Toluca Estado de México

FIG. II.16

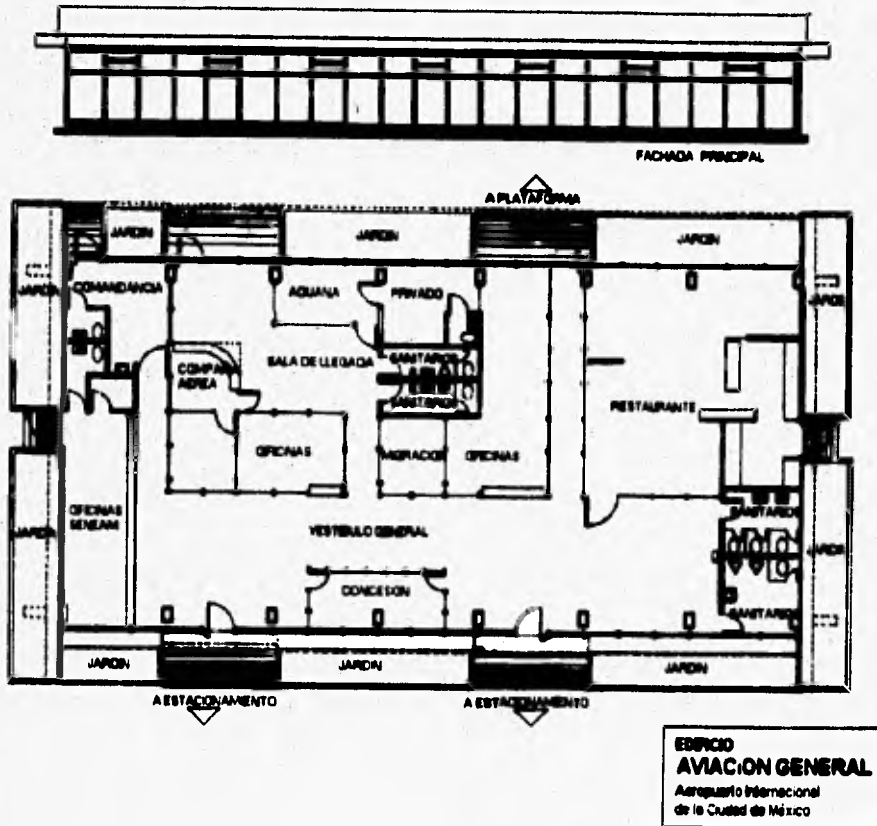
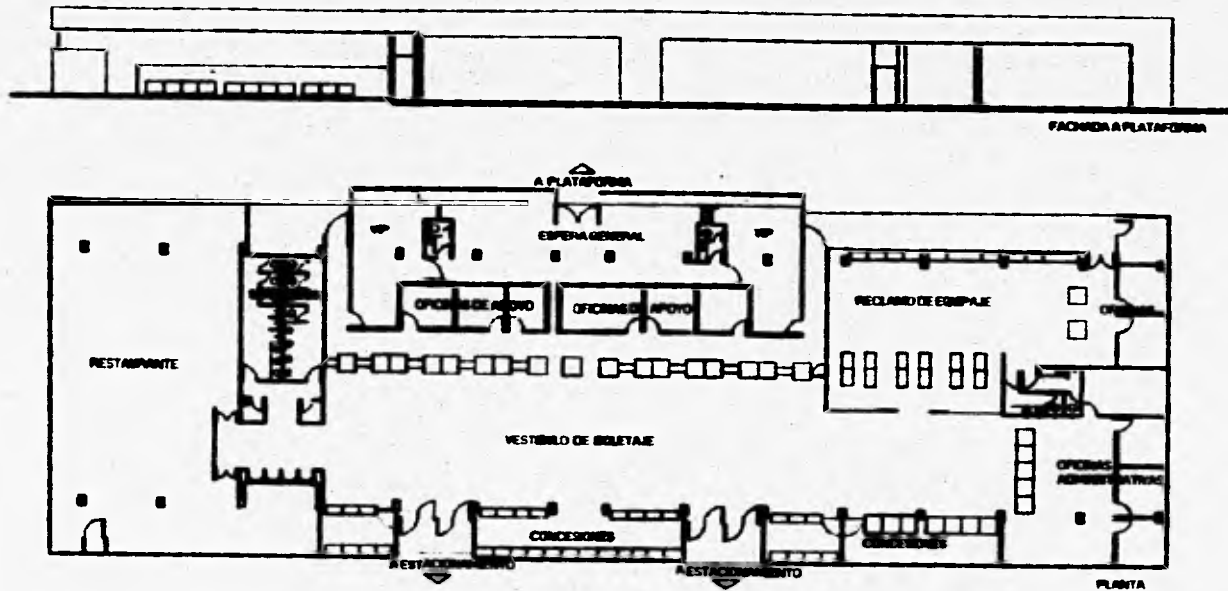


FIG. N.17



EDIFICIO
AVIACION GENERAL
Aeropuerto Internacional
de la Ciudad de México

PROBLEMÁTICA GENERAL DEL AICM

2.2 POSIBILIDADES DE DESARROLLO

Se entenderá como desarrollo a la posibilidad de ampliar el aeropuerto en parte o todos los sistemas que lo constituyen y que se considera se encuentran saturados o en vías de saturación.

Se consideran las siguientes posibilidades para aumentar la capacidad en el aeropuerto planteando ventajas y desventajas de cada una de ellas.

1. El AICM proporciona solo servicio a aviación comercial "A" operando con las instalaciones con que cuenta actualmente.
2. Ampliación del área para nuevas instalaciones del aeropuerto.

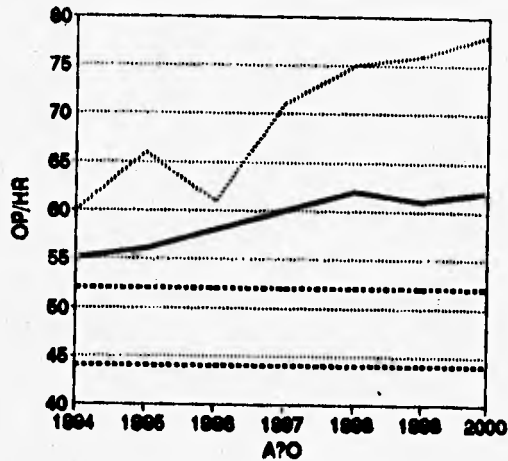
La posibilidad no.1 plantea al poder utilizar las instalaciones tal y como se encuentran actualmente únicamente para operar con aviación comercial dejando a la aviación general en otras instalaciones. Esta posibilidad mostraría al siguiente comportamiento en los subsistemas:

PISTAS.

El sistema de pistas cuenta actualmente con una capacidad de 52 op/hr, según la siguiente gráfica la demanda total ya rebasó la capacidad a partir de 1993. Para dicho año en el AICM ya no se operaba la aviación general, por lo tanto estas operaciones equivalen únicamente a la aviación comercial.

Por cuestiones de demanda, las operaciones de aviación comercial se dan básicamente en horario diurno, esto es, se utilizan 13 horas efectivas del día utilizando el horario nocturno básicamente para aviación regional de carga y general. Antes del traslado de las operaciones de aviación general a la Ciudad de Toluca, ésta era operada también en horario nocturno.

Si se considera que una vez al año se cierra una pista para mantenimiento, el aeropuerto trabaja sólo con una pista teniendo con ello una capacidad de 44 op/hr. En este tiempo de mantenimiento, a pesar de que se toman los meses menos saturados, los problemas de capacidad se incrementan produciendo con ello un pésimo servicio que el usuario tiene que pagar.



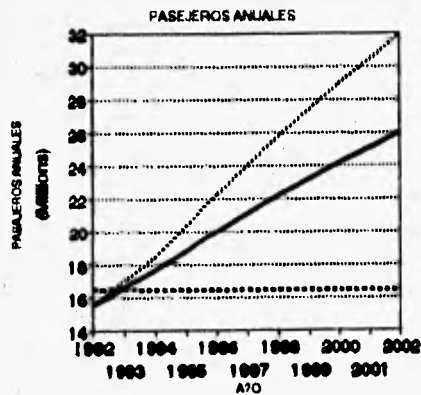
— BAJO ALTO - - - CAPACIDAD 2 PIS - · - · CAPACIDAD 1 PIS

PLATAFORMA

El comportamiento de la zona de plataforma se mostró ya en el análisis hecho en el subcapítulo de plataforma,

EDIFICIO DE PASAJEROS

Para analizar los pasajeros anuales que se manejan en el AICM se tiene la siguiente gráfica.



— ESCBAJO ESC ALTO - - - CAPACIDAD

El edificio tiene una capacidad actual de mover a 16.5 millones pasajeros por año, actualmente el problema de espacio en escenario alto como se observa ya esta presente a partir de 1994, concentrándose este problema en algunos puntos básicos de edificio.

La propuesta de utilizar las instalaciones actuales solo para aviación comercial incluye también la utilización del edificio terminal de aviación general.

El comportamiento de éste haciendo algunas suposiciones se mostraría de la siguiente manera:

Suponiendo que en el edificio de aviación general sólo se utilizará para operaciones nacionales, y considerando que los aviones críticos que maneja la aviación nacional son los siguientes:

AVIACIÓN CRÍTICO	NUM. DE ASIENTOS
B 757-200	178-217
B 767-200	216-290
DC10	270-345

Tomando el avión DC10 y considerando que llega al 70% de su menor capacidad, se tendrían 189 asientos para pasajeros.

El edificio de aviación general tiene capacidad para manejar 96 pasajeros en hora crítica, por lo tanto, el edificio no tiene capacidad para recibir ni al B757-200 que es el de menor número de asientos de los aviones críticos. Es importante mencionar que no se esta tomando en cuenta al numero de acompañantes.

El edificio de lo que era antes la aviación general no puede ser utilizado en sus condicíos actuales debido a que no tiene la capacidad para atender la población que se de pasajeros presentaría, amén que no cuenta con bandas de reclamo de equipaje, servicios al usuario como serían, rayos X, ambulatorio, área de documentación con capacidad suficiente, etc.

No se presenta la posibilidad de operar en el edificio de aviación general vuelos internacionales ya que éstos tienen una mayor capacidad en numero de asientos y ello lleva a un mayor movimiento de pasajeros.

CONCLUSIÓN OPCIÓN NO.1

Considerando lo que se mencionó anteriormente de la prioridad que se maneja en el AICM de operar únicamente con aviación comercial en horario diurno - por razones comerciales-, se tiene que la opción 1 está instalada en el aeropuerto presentando ya grandes dificultades dado que los subsistemas de pistas y edificio ya no responden a la demanda que se está presentado, provocando con ello una ruptura en el sistema.

El quitar el 30% , que corresponde a la aviación general, representaría un desahogo al aeropuerto si se consiguiera manejar aviación comercial en horario nocturno, constituyendo esto por razones comerciales una opción casi imposible.

Por lo tanto esta opción no se considera válida como opción de desarrollo del AICM.

OPCIÓN NO.2

La segunda opción de desarrollo que se presenta trae consigo serias dificultades pues si bien el desarrollo de la aviación en la CD. de México a traído beneficios también a venido a conformar un problema muy grave en lo que respecta a la ciudad en si. El crecimiento de la población en el Distrito Federal se ha desarrollado de tal manera que las instalaciones del aeropuerto a través de los años han venido ha quedar inmersas en la mancha urbana. Este hecho causa grandes problemas a la población ya que la afecta directamente en su medio ambiente. Es decir, se cuenta con un aeropuerto saturado en una ciudad saturada.

El control del medio ambiente en la CD. de México es ahora una necesidad, la contaminación que se vive a diario a venido a causar problemas en el mejor recurso con que cuenta México, su gente. Lo anterior nos lleva a plantear el problema del impacto ambiental que genera al aeropuerto en la ciudad de México y que es primordial su estudio, por ello se presenta el siguiente análisis.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Es ineludible que un aeropuerto genere cierto grado de contaminación atmosférica. Las emisiones del escape de los motores de las aeronavaciones, de los vehículos terrestres, los edificios terminales y otras fuentes contribuyen a contaminar el aire en la vecindad del aeropuerto. Sin embargo, pruebas realizadas han demostrado que los principales generadores de contaminación atmosférica en áreas inmediatas al aeropuerto son vehículos terrestres de los aeropuertos y otras fuentes urbanas de contaminación.

En este punto cabe citar los problemas de la circulación automovilística (que crece en 10 - 11 % por año), que se generan en las vías inmediatas al aeropuerto. El crecimiento del aeropuerto en la misma ubicación participaría directamente en el problema de tránsito de los accesos carreteros del Este de la ciudad; en ciertas horas las comunicaciones terrestres del aeropuerto representan 50% del tránsito carretero total de las arterias vecinas, mientras que la situación del aeropuerto obliga a contornear el tránsito que va de la Avenida Ignacio Zaragoza al norte de la ciudad.

El aumento del tránsito en esta región afectará a barrios que estarán aún más densamente poblados en el futuro (Ej.: la densidad de la delegación Venustiano Carranza será superior a 500 hab/Ha)

CONTAMINACIÓN POR RUIDO.

El ruido es el tipo de contaminación que afecta directamente a la población, sobre todo aquella que circunda el aeropuerto.

El motor de las aeronavaciones es el factor que más influye en el ruido de un aeropuerto, la intensidad y naturaleza del ruido depende del tipo de aeronave y la operación que realice. Si consideramos que el AICM es un aeropuerto diurno con una frecuencia de actividades alta, esto nos lleva a concluir que el ruido representa una molestia y un peligro para la salud de la población de la urbe y para los empleados que laboran en el mismo aeropuerto.

En la parte Este de la ciudad de 200 000 a 730 000 personas por lo menos deben de soportar un ruido intenso, según se considere el interior de las habitaciones (ventanas cerradas), o el exterior (ventanas abiertas).

El ampliar e incluso conservar las instalaciones del AICM en el mismo sitio tendría como consecuencia agravar estos dos inconvenientes mayores; por otra parte las delegaciones vecinas no podrían soportarlo.

Podemos decir entonces, que la ampliación del AICM trae consigo repercusiones negativas en el entorno natural, pero también beneficios a los usuarios y trabajadores que no tienen que desplazarse grandes distancias para hacer uso de este medio de transporte, ya que aumentaría la duración del viaje.

Además del impacto que causa en la ciudad la ampliación del aeropuerto se tienen también las siguientes desventajas:

- **Afectación a 550 Ha de área urbana, las cuales 218 están habitadas**

- Sería necesario desechar la mayor parte de la pistas y construir nuevas, con un alto costo por la mala calidad del subsuelo
- Realización de obras especiales como: las desviaciones del río Churrusco, de la línea de transmisión de energía eléctrica, de la tubería de agua potable de el Peñón; asimismo, sería necesario modificar el bordo del lago de Texcoco.
- Periférico
- Ferrocarriles
- Vía Tapo

Por lo que se refiere a la operaciones aeronáuticas se tendrían los siguientes inconvenientes :

- Las condiciones geográficas de la zona impiden que los espacios aéreos puedan cumplirse en todas las aproximaciones a la pista lo que limita la capacidad de operación del aeropuerto, en relación con la demanda.
- Los mínimos meteorológicos son altos con escasa posibilidad de disminución, lo que restringirá la operación cuando se presenten condiciones meteorológicas desfavorables.
- La mayor parte de los procedimientos de ascenso y descenso continuarán sobre áreas urbanas, con los riesgos que esta situación implica.
- Se originaría un serio problema social, en virtud de que sería necesario desplazar a 120 000 habitantes de la zona que se afectaría.

Por lo tanto, la opción no. 2 tampoco se considera buena para ser implantada.

CAPITULO 3. PROPOSICIONES DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD

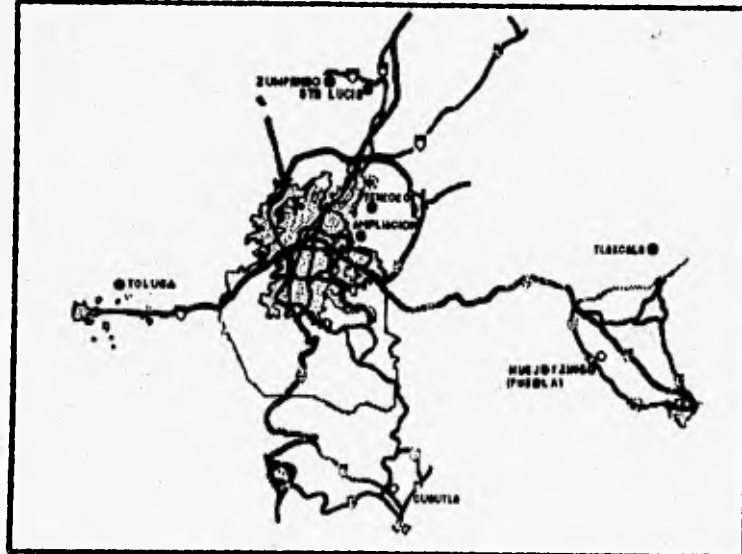
El capítulo I muestra claramente el problema de capacidad al que se enfrenta actualmente el AICM, debido a ello se plantea un grupo de soluciones:

1. Ampliar el aeropuerto existente
2. Construir un nuevo aeropuerto cancelando el actual
3. Construir un nuevo aeropuerto conservando el existente

Estas soluciones posibles llevaron consigo la necesidad de plantear sitios; tanto cercanos a la ciudad de México para construir una solución de sustitución de aeropuerto, o más alejados, en los cuales se pueda implantar un aeropuerto complementario al actual. Para ello se mencionan los siguientes sitios:

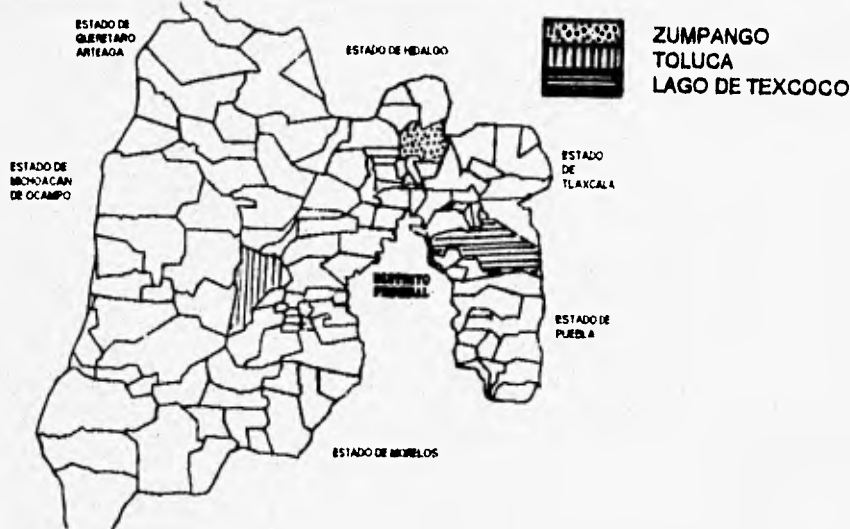
**ZUMPANGO
LAGO DE TEXCOCO
TOLUCA
OTROS**

Las proposiciones de ampliación que aquí se presentan han sido objetos de estudios minuciosos de carácter técnico, geográfico-topográfico y socioeconómico, creándose con estos estudios ventajas y desventajas de cada lugar las cuales se mencionan a continuación.



3.1 ZUMPANGO

Municipio ubicado en el Estado de México al norte de la capital con una población total de 71 413. Esta solución se podía implementar como sustitución de aeropuerto por la cercanía que se tiene con el valle de México.



Cuenta con las siguientes características:

CRITERIOS TÉCNICOS

Las condiciones orográficas de la zona permitirían el cumplimiento de los requisitos de espacios aéreos en todas las aproximaciones e las pistas

Los mínimos meteorológicos permitirán la operación en todo tiempo

Los procedimientos de ascenso y descenso se efectuarían sobre zonas con baja densidad de población

Se cumplen satisfactoriamente las recomendaciones internacionales sobre niveles de ruido

Capacidad máxima del sistema suficiente cuando menos para 20 años

Permitiría mantener el actual para aviación general y regional

CRITERIOS ECONÓMICOS

No se presentaría un sobre costo elevado por traslado de pasajeros respecto a la ubicación actual, ya que el tiempo promedio de recorrido se incrementaría solo en 15 minutos

De acuerdo a estudios realizados por ASA la inversión se amortizaría en menos de 10 años

Costo de terrenos en la actualidad demasiado elevados

CRITERIOS SOCIALES

Supresión de actividades agrícolas de alta productividad que afectarían a la población directa

Cambia el centro de trabajo parcialmente

CRITERIOS URBANO - REGIONAL

Los terrenos no pueden ser expropiados por causa de utilidad pública

Generaría poblamiento indeseable en suelo agrícola

3.2 LAGO DE TEXCOCO

La solución Texcoco se pretende como sustitución al aeropuerto existente cancelando las actuales instalaciones.

CRITERIOS TÉCNICOS

Limitación de peso 8 % por altura, que es mismo del actual aeropuerto

Dificultad de operación a corto plazo en control aéreo y capacidad de pistas

Sistema con capacidad suficiente para 20 años

Problemas de mecánica de suelos y drenaje

CRITERIOS ECONÓMICOS

Sobre costo por traslado de pasajeros igual que al actual y menor que Zumpango

Costo por obras elevado

No se aprovecharían las instalaciones actuales

CRITERIOS SOCIALES

Afectación a Sosa -Texcoco

El centro de trabajo para personal Aeroportuario cambiaría en más del doble, aproximadamente en 14 Km.

Daño otros intereses sociales

CRITERIOS URBANO - REGIONAL

Los terrenos se liberan parcialmente

Se genera poblamiento indeseable en el lago de Texcoco

Afecta el plan Texcoco Ecológico

3.3 TOLUCA

Actualmente en Toluca se cuenta con el aeropuerto "José Ma. Morelos y Pavón", el cual por las características que tiene no se puede contemplar como una solución de sustitución de aeropuerto, sino como una solución parcial que ayudaría a aliviar las cargas que presenta el aeropuerto de México.

Toluca tiene las siguientes características:

CRITERIOS TÉCNICOS

Se tiene que limitar el peso adicional a México actual, 10% por altura

Tanto en capacidad de pistas como control aéreo no tiene limitaciones

Sistema suficiente para 20 años

CRITERIOS ECONÓMICOS

Sobrecosto por traslado de pasajeros respecto a ubicación actual

CRITERIOS SOCIALES

Alta afectación a zona agrícola

Incremento inadmisibles en tiempo y costo de transportación terrestre a usuarios

Cambio del centro de trabajo parcialmente

CRITERIOS URBANO - REGIONAL

Dificultad de adquisición de terrenos

Propicia poblamiento de suelo agrícola

3.4 OTROS

Otras ubicaciones que han sido estudiadas como solución al problema Aeroportuario son las siguientes:

**PACHUCA
STA. LUCIA
TLAXCALA
HUEJOTZINGO
CUAUTLA**

Éstas han sido desechadas por presentar características no convencionales que se mencionan a continuación:

Pachuca

**Lejanía a los centros generadores
Limitación en el espacio aéreo
Terreno ondulado**

Sta. Lucia

**Insuficiente capacidad a largo plazo
Cierre de la base militar
Mala calidad de los terrenos
Limitación en el espacio aéreo**

Tlaxcala

**Lejanía a los centros generadores
Limitación en el espacio aéreo**

Huejotzingo

**Lejanía a los centros generadores
Insuficiente capacidad a largo plazo
Obras de terracería importantes**

Cuatla

Lejanía a los centros generadores
Limitaciones topográficas
Limitación en el espacio aéreo

OBSERVACIONES

Las soluciones que se presentan como sustitución de aeropuerto por la cercanía que tienen con el valle de México son Zumpango y Texcoco, de éstas técnicamente Zumpango presenta la mejor solución además de tener criterios económicos también a su favor, sin embargo, los terrenos en la actualidad no pueden ser expropiados por causa de utilidad pública y el costo de éstos resultaría demasiado elevado, por lo tanto ya no es la solución.

Las otras soluciones (Pachuca, Sta. Lucía, Tlaxcala, Huejotzingo, Cuatla) presentan criterios negativos que las excluyan también como solución al problema.

Toluca no se puede contemplar como una solución total al problema sino parcial, es decir, se tendría que utilizar como aeropuerto complementario por la lejanía que tiene con los centros generadores de pasaje. Dado lo anterior en el siguiente capítulo se muestra el análisis del aeropuerto de Toluca, como una vía de apoyo al AICM.

CAPITULO 4. ANÁLISIS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE TOLUCA, COMO UNA OPCIÓN

4.1 ANTECEDENTES

El aeropuerto internacional "LIC. ADOLFO LOPEZ MATEOS" (llamado José Ma. Morelos y Pavón hasta 1992), ubicado en la ciudad de Toluca Edo de México, fue construido por parte de la entidad de COTREM (Comisión del Transporte del Estado de México), iniciándose la construcción en 1982 y poniéndose en operación el aeropuerto a partir de 1983.

Hacia 1985 es incorporado a la red administrada por ASA e inicia su operación la empresa Aeroméxico, ofreciendo vuelos comerciales a varias ciudades del país (Monterrey, Guadalajara entre otras).

Estos vuelos fueron operados pocos años con aeronaves de 86 plazas y una frecuencia de tres veces a la semana.

Debido a la poca demanda con que se contaba en ese entonces la compañía decide cerrar operaciones en esta terminal.

Otra aerolínea regional que ocupó las instalaciones del AIT fue Aeromar a fines de 1987, con aeronaves de 44 asientos, pero al surgir la quiebra de Aeroméxico en 1988 prácticamente abandonan este aeropuerto ubicando sus operaciones en el AICM.

El aeropuerto internacional de Toluca cuenta con las siguientes características generales, según datos obtenidos del Sistema Estadístico Aeroportuario 1993:

Datos generales.

Nombre	"Lic. Adolfo López Mateos"
Ubicación	Toluca, Edo de México
Distancia a la cd. (km.)	16
Tiempo a la cd. (min.)	25
Población beneficiada (miles)	85

Datos generales aeronáuticos

Categoría	Sexta
Clasificación	Internacional
Tipo	Metropolitano
Superficie	486 Ha
Elevación	2575 MSNM
Latitud	19° 20' N

Longitud	99° 34' W
Temp. máx	21.0° C
Temp min.	3.1° C
Temp de referencia	21.0° C

Dado lo anterior se tiene que básicamente este aeropuerto desde sus inicios ha operado para aviación general contando en su historia con un lapso pequeño en que manejo aviación comercial operando las líneas aéreas de aeroméxico y aeromar.

Las razones que se tienen para justificar el comportamiento de la aviación comercial en el aeropuerto internacional de Toluca son de tipo operativo, climáticas y de ubicación.

El aeropuerto Internacional de Toluca cuenta con los sistemas básicos que conforman un aeropuerto:

1. Espacio aéreo
2. Pistas, calles de rodaje y plataforma
3. Edificio terminal de pasajeros
4. Caminos de acceso
5. Almacenamiento y distribución de combustibles

El aeropuerto de Toluca había permanecido igual hasta 1992, año en que el gobierno federal propuso la implementación de un sistema que fuera integrado por aeropuertos aledaños a la ciudad de México y al AICM con el que se pretendería dar respuesta adecuada a la demanda cada vez más creciente. Dentro de este sistema, Toluca sería considerada la terminal no.1 del Sistema Aeroportuario Metropolitano (SAM), trasladando los vuelos internacionales de las líneas extranjeras, de las nacionales y algunos vuelos de conexión. Por esa razón se deberían realizar obras de gran magnitud en el aeropuerto de Toluca para adecuarlo a los requerimientos de la demanda.

Por razones fundamentalmente de tipo económicas, el proyecto fue pospuesto, apoyando las autoridades esta decisión en un estudio realizado por una empresa consultora, que determinó que con algunas adecuaciones se podría ampliar la capacidad del AICM durante varios años más, además de que el costo que implicaría desarrollar Toluca no justificaba su ejecución.

Por lo tanto se tomaron medidas que hicieran posible el desahogo del AICM y se llegó, de acuerdo a estudios realizados, a la conclusión de trasladar la aviación general del AICM hacia Toluca y con ello desahogar en cierto porcentaje el espacio aéreo y terrestre y éste destinarlo a la aviación comercial.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Dado lo anterior se ve necesario desarrollar una zona de aviación general en Toluca, que finalmente fue llevada a cabo por la iniciativa privada. Esta zona permitiría alojar a los usuarios desplazados del AICM y algunos otros que decidieran ubicar su base de operación en este aeropuerto.

Los trabajos para el desarrollo del aeropuerto de Toluca se inician en el año de 1992 con rehabilitación al pavimento de la pista en un 60%, reparación de el cercado perimetral, ampliación de la capacidad de la zona de combustibles con un tanque de 2 millones de litros de turbosina, instalación de las luces de aproximación a la pista, luces de destello, el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), un radar y el sistema indicador de trayectoria de planeo, PAPI, con el fin de aumentar la capacidad operacional del sistema para recibir la aviación general procedente de la ciudad de México.

La zona de hangares también ha sufrido modificaciones a partir del citado año ya que se a incrementado en su superficie.

ASPECTOS GENERALES¹

El estado de México se localiza en la zona central de la república Mexicana, en la parte oriental de la mesa de Anáhuac, y se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 21' y 20° 17' de latitud norte y 98°36' y 100° 36' de longitud oeste, a una altura de 2663 metros sobre el nivel del mar, en su planicie más alta que es el valle de Toluca.

El estado de México tiene una extensión territorial 21355 km., la cual representa el 1.09 % del total del país ocupando el 25° lugar en extensión territorial respecto a los demás estados.

El estado se encuentra ubicado en una superficie total de 2135500 Has, de donde el 45% (961402 has), se encuentra destinada a la agricultura.

Por su parte el municipio de Toluca ocupa el vértice noroccidental del valle de Toluca y la parte suroccidental del valle de Ixtlahuaca y pertenece a la región económica I del estado, que recibe el mismo nombre.

El municipio ocupa una superficie de 402 Km2 que representa el 1.9% del total estatal cuenta con 101 localidades agrupadas en 9 delegaciones.

TEMPERATURA, CLIMA Y PRECIPITACIÓN.

En el estado de México predomina principalmente el clima templado, existiendo en 3 subtipos principalmente, a saber:

¹ Toda la información que aparece en este inciso fue tomada de, ASA "Diseño, Desarrollo y Presentación de la Solución Adoptada en el Aeropuerto Internacional de Toluca, Edo. de México", 1993

a) **Clima templado - húmedo.** Con gran cantidad de lluvias en verano y muy escasas en invierno, se caracteriza por mostrar un verano fresco y largo con una temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C presentándose antes de Junio.

Esta zona cubre una amplia zona en la parte central de estado.

b) **Clima templado - subhúmedo.** Clima en general con las mismas características del anterior, diferenciándose de ésta en su grado de humedad. Ocupa la cuenca del río Lerma y la parte noroeste del Estado

c) **Clima templado semi - cálido.** El más cálido de los templados, se caracteriza por presentar lluvias en verano y una temperatura media anual de 18°C

La precipitación promedio anual en casi la totalidad del Estado, con excepción de una franja en el noroeste, es mayor de 80 mm.

En el municipio de Toluca el clima preponderante es el templado subhúmedo, con una temporada de lluvias que va a fines de abril a principios de octubre.

La temperatura máxima promedio registrada es de 28° C mientras que la mínima es del 6.6° C y la temperatura media es de 12.2° C.

MEDIO SOCIOECONÓMICO.

El Estado de México, para su división y funcionamiento económico se integra de 8 regiones.

Región	Nombre
I	Toluca
II	Zumpango
III	Texcoco
IV	Tejupilco
V	Atzacmulco
VI	Coatepec de Harinas
VII	Valle de Bravo
VIII	Jilotepec

-Características Sociales

En el estado de México se vive una dinámica demográfica caracterizada por un crecimiento total fuerte, un crecimiento natural en descenso y una intensa atracción de población.

-Actividades Económicas

El sector terciario ocupa, en el estado, una gran importancia económica y social, pues aporta el 46% del producto Interno estatal y da ocupación al 60% de la población económicamente activa.

Los servicios más importantes son comercio, comunicaciones y transportes, educación, servicios de reparación y los de hospedaje, alimentación y esparcimiento.

El censo de 1990 refleja al sector terciario, compuesto principalmente por las actividades comerciales y los servicios, se ubica en primer lugar en cuanto a la población ocupada de estado, ya que concentra el 50.5% de ella; le siguen en importancia el sector secundario con el 36.8% y el primario con el 8.7 %.

AGRICULTURA

La agricultura predominante en la entidad es de tipo tradicional: 80% de la superficie de labor es de temporal, se basa en el cultivo de maíz del que se dedica normalmente 80% de la superficie cultivada, y predominan las explotaciones menores de 5 has. Los rendimientos promedios son bajos en casi todos los cultivos, lo que determina junto con lo pequeño de la propiedades, que el ingreso de la mayor parte de los campesinos sea reducido.

En el municipio de Toluca la agricultura ha jugado un papel determinante para su economía, se estima que participa en el 3.05 del total de la superficie cosechada en el estado de México, predominando el cultivo de maíz.

GANADERÍA

En tiempos pasados, el estado de México contaba con una presencia destacada como productor de leche, huevo pollo y carne de cerdo. La situación se ha venido deteriorando por la combinación de factores económicos (crédito caro, mercados muy competidos, precios controlados) y técnicos (ganado de baja calidad, falta de integración con la agricultura), que han impedido que la producción crezca de manera significativa.

Sin embargo existen condiciones naturales para el renacimiento de estas actividades, por ejemplo en las regiones de Toluca, Atlacomulco, Texcoco, Zumpango y Jilotepec hay varias zonas capaces de soportar empresas avícolas, porcícolas y lecheras de tipo comercial.

En particular, del total de cabezas de ganado existentes en el municipio de Toluca, el 33.7% es ganado porcino, el 30.7% ovino, el 28.9 bovino y el 6.7% entre caprino y equino.

MINERÍA

La minería constituye una de las actividades económicas de menor relevancia, se llevan a cabo actividades de extracción de materiales pétreos, que son aprovechados en la industria de la construcción.

INDUSTRIA

Las actividades industriales, sobre todo las de transformación, constituyen el corazón de la economía estatal y guardan una gran relevancia para el país. Actualmente existen alrededor de 14 mil establecimientos industriales, que proporcionan empleo a cerca de 800 mil personas; contribuyen con la mitad del producto interno del estado y aportan el 16% del producto interno nacional.

Por el valor de su producción destacan las ramas automotriz y química, con la tercera parte de dicho valor. También son importantes las industrias del papel, hule, metálicas básicas, del plástico, eléctrica y electrónica, alimentos y textiles.

En términos de personal ocupado, sobresalen las ramas química, eléctrica y electrónica, automotriz, de minerales no metálicos, textil y productos metálicos.

Por tipo de mercancías, predomina la producción de bienes intermedios, seguido de los de consumo final y por último los bienes de capital.

El auge industrial de estado de México tuvo como catalizador principal la cercanía con el mercado más grande del país para prácticamente todo tipo de productos, y se ha visto fuertemente apoyado por una infraestructura productiva bastante adecuada, así como por una amplia disponibilidad de mano de obra y personal administrativo.

Por las grandes ventajas comparativas que ofrece el estado es de esperarse que el sector industrial siga creciendo y, de conformidad con el cambio estructural de la economía mexicana, las tendencias apuntan a una mayor presencia de industria de tecnología de punta lo que significa, entre otras cosas, la necesidad de hacer más funcionales los vínculos entre la educación y los centros de trabajos, incluyendo la capacitación de los obreros.

El municipio de Toluca cuenta con una planta industrial que representa el 5.7% del total de la entidad, convirtiéndolo de esta forma en el quinto de importancia a nivel estatal, lo que significa que es un municipio primordialmente industrial.

En 1990 contaba con 1,166 establecimientos industriales; 409 fábricas de productos alimenticios, bebidas y tabaco; 173 factorías textiles, elaboradas de prendas de vestir y procesadoras de cuero; 146 industrias de madera y productos de madera; 6 fábricas de papel, celulosa y cartón; 23 elaboradoras de sustancias químicas derivadas del petróleo, productos de caucho y plásticos; 74 fábricas de productos mineros no

metálicos, 198 fábricas de productos metálicos: maquinaria y equipo; 133 industrias manufactureras, 2 industrias de extracción minera y 2 de extracción y de explotación de canteras, arena grava y arcilla.

TURISMO

El estado de México cuenta con una patrimonio natural grande, como el que se describe a continuación:

- Cimas nevadas: Popocatepetl, Iztlacihuátl y Nevado de Toluca o Xinantécatl.
- Principales lagos, lagunas y presas: Presa Valle de Bravo, lagunas de Zempoala, lago de Guadalupe, Presa Villa Victoria, laguna verde, Presa Brockman, presa Nado, etc.
- Saltos y cascadas: Valle de Bravo, Ixtapan del Oro, Tenancingo, del Molino, Tuzumpatitlán, Tixhiñu, La Concepción.
- Grutas: De la estrella.
- Balnearios: Ixtapan de la Sal, Tonicato, Ixtapan del Oro.
- Parques estatales: Existen 20.
- Parques nacionales: Existen 11 en el Estado.

Toluca por ser la capital del Estado cuenta con diferentes atractivos turísticos, entre los que se encuentran centros artesanales, recreativos, deportivos y de esparcimiento.

COMERCIO

Respecto a las actividades comerciales, estas sólo adquieren relevancia por cuanto al abastecimiento de productos básicos a la población y no por su significancia como un indicador de actividad productiva.

POBLACIÓN.

El XI Censo general de Población y Vivienda de 1990, tiene registrado en el Estado de México a 9,615,795 residentes.

En cuanto al Municipio de Toluca, en 1990 había un total de 487,612 habitantes, que representaban el 4.97% del total estatal y el 0.6% con respecto a todo el país.

En el municipio de Toluca había en ese año una población en edad de trabajar de 342,633 habitantes de la cual el 43.8% es Población económicamente activa (PEA) Y EL 56.2% inactiva. De la PEA activa (149,953 hab), que es la que se encuentra netamente en el mercado de trabajo, el 96.8% es ocupada (145,272), la cual se distribuye de la siguiente manera:

Del total de la población ocupada el 23.6% se dedicaba a la industria manufacturera, el 15.2 % al comercio y al 13.8% a servicios comunales y sociales. En conjunto estas tres actividades concentran más del 50% del total de la población ocupada.

4.2 ESTADÍSTICAS

ESTADÍSTICA DE PASAJEROS TOTALES

En su historia este aeropuerto en cuestión de pasajeros anuales a venido de más a menos en lo que respecta a la aviación comercial (A) y aviación regional (AA), no sucediendo lo mismo con la aviación general que a partir de 1985 a 1993 tuvo una tasa promedio de 14.23%, mientras que para la aviación comercial se tiene registrada una tasa promedio de 29.49%. A partir de 1992 en este tipo de aviación aumento la tasa de crecimiento en 369.87%. La siguiente gráfica muestra el comportamiento del total de pasajeros anuales de los tres tipos de aviación que se manejan en el AICT.

AÑO	TOT.COM (A)	TASA %	TOT.AV REG (AA)	TASA %	TOT.AV GRAL.	TASA %	GRAN TOTAL	TASA %
1985	27860				10568		34428	
1986	26288	-9.23	3049		13247	26.36	42484	10.66
1987	13614	-46.16	480	-88.35	17059	28.78	31133	-26.72
1988	24702	81.45	623	35.43	22173	29.98	47498	52.58
1989	1847	-93.33	1298	108.03	21820	-1.55	24772	-47.85
1990	869	-47.30	1132	-12.65	21010	-3.72	23016	-7.09
1991	790	-8.99	769	-32.07	22883	8.88	24442	6.20
1992	3712	369.87	5882	684.89	26481	15.72	36075	47.59
1993	3327	-10.37	11738	99.56	29239	10.42	44304	22.61
t.Prom		24.49		110.69		14.23		7.29

FUENTE: SISTEMA ESTADÍSTICO AEROPORTUARIO 1993

ESTADÍSTICA DE OPERACIONES TOTALES

El número de operaciones comerciales en el aeropuerto de Toluca del periodo de 1985 a 1993 tuvo un gran repunte en el año de 1988 y 1990 aumentando también el número de pasajeros, pero no en el porcentaje esperado, ya que si se considera que se manejaban más menos el mismo tipo de avión de 1985 la población de pasajeros que debió de haberse manejado con ese número de operaciones anuales debió haber correspondido a 71964 pas/año, cifra que esta muy por encima a 24702 que fue la que se manejó. Por lo tanto, se puede concluir que se tuvieron altibajos en el número de operaciones anuales en la aviación comercial mientras que el número de pasajeros siempre se mantuvo a la baja, no constituyendo un beneficio para las empresas que prestaban ahí sus servicios.

	TOT.COM (A)			AV. REG (AA)			AV. GENERAL			GRAN TOTAL		
AÑO	PX/O P	OPE RS	(%)	PX/O P	OPER S	(%)	PX/O P	OPER S	(%)	PX/O P	OPER S	(%)
1985	30.8	909					2.0	5233		6.3	6142	
1986	28.8	843	3.74	7.9	600		2.3	5877	12.31	5.8	7320	19.18
1987	17.7	789	-18.45	1.5	316	-36.80	2.9	5878	0.02	4.5	6863	-4.88
1988	10.8	2348	205.33	1.8	348	10.13	2.9	7841	29.99	4.6	10337	48.46
1989	2.3	723	-88.21	1.1	1147	29.60	2.9	7522	-1.56	2.6	9392	-9.14
1990	0.4	1848	169.18	0.9	1301	13.43	2.8	7811	-0.15	2.1	10758	14.54
1991	0.4	2089	7.86	0.4	1778	36.51	2.8	8158	8.97	2.0	12080	12.10
1992	2	1,637	-2.01	1.7	3413	92.17	2.7	8878	21.9	2.0	15026	24.59
1993	2	2,144	30.87	2.0	5781	69.67	2.7	11019	10.5	2.0	18954	26.14
1.Prom			38.42			58.24			10.24			16.37

Fuente: Sistema Estadístico Aeroportuario 1993

Un porcentaje elevado del gran total de operaciones anuales realizadas en el aeropuerto de Toluca en el periodo de datos comprendido en estadísticas, correspondió a aviación general, este incremento se debe a factores externos al propio desarrollo de la zona, como por ejemplo, el desplazamiento obligado de este tipo de aviación del AICM hacia Toluca, por lo tanto y como se había presentado ya en los antecedentes, este aeropuerto a operado básicamente para aviación general.

OPERACIONES HORARIAS, POSICIONES SIMULTÁNEAS Y SUPERFICIES DE PLATAFORMA.

AÑO	OPERACIONES HORARIAS		POSICIONES SIMULTÁNEAS		SUPERFICIES DE PLATAFORMA		
	COMB	G+R	T.COMB	GLOBAL	COMERCIAL (M2)	REG+GRAL (M2)	
1985	2	6	6	3	7	21000	3457
1986	2	7	7	3	6	21000	4169
1987	2	6	6	3	8	21000	3937
1988	3	7	7	4	10	28000	4975
1989	2	8	8	3	11	28000	5455
1990	3	8	8	3	11	51500	5526
1991	3	8	8	3	12	22500	6101
1992	3	10	10	3	16	38500	8000
1993	3	9	11	2	19	30000	9500

COMB = NAL+INT+FLTO, GLOBAL = NAL + INT + FLTO

AÑO	OPERACIONES HORARIAS				POSICIONES SIMULTÁNEAS					
	T.COMB		G+R		T.COMB		GLOBAL		G+R	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO
1994	3	3	25	28	25	28	2	2	63	65
1995	3	3	25	27	25	27	2	2	63	67
1996	3	3	25	28	25	28	2	2	64	69
1997	3	3	26	28	26	28	2	2	64	71
1998	3	4	26	29	26	29	2	3	65	73
1999	3	4	26	30	26	30	2	3	65	74
2000	3	4	26	30	26	30	2	3	65	78
2001	3	4	26	31	26	31	2	3	65	77
2002	3	4	26	31	26	31	2	3	66	78
2003	3	4	26	32	26	32	2	3	66	80
2004	3	4	26	32	26	32	2	3	66	81
2005	3	4	27	33	27	33	2	3	67	82
2006	3	4	27	33	27	33	2	3	67	83
2007	3	4	27	34	27	34	2	3	67	84
2008	3	4	27	34	27	34	2	3	67	85
2009	3	4	27	34	27	34	2	3	67	86
2010	4	4	27	35	27	35	3	3	68	87

Fuente: Sistema Estadístico Aeroportuario 1993

Los sistemas con que cuentan en el aeropuerto de Toluca tienen capacidad para recibir 30 op/hr.

La gráfica muestra el cálculo que se tiene para el año 2010, que es de 35 op/hr tomando el tot. combinado (aviación nac+int+fito+G+R), en escenario esto, esto es, faltaría capacidad para atender la demanda que se prevé.

Analizando los primeros años de operación del aeropuerto, el sistema fue utilizado sólo en un 38 %, porcentaje que se considera bajo.

La capacidad para posiciones simultáneas en plataforma con que cuenta el aeropuerto es de 4 posiciones para una combinación de los siguientes tipos de avión: 3 B-727 y 1 B-747. En tanto que para la aviación general le correspondían 64 posiciones simultáneas.

Si se observa el cálculo de posiciones simultáneas se tuvo en el año de 1991 la aviación comercial utilizó únicamente 3 posiciones de las 4 que le correspondían, manteniendo este número en el lapso de 1985-1991.

La aviación general en 1992 contaba con 37 posiciones simultáneas, de las cuales en el año 1985 se utilizaron únicamente 7, en 1991, 12. Aunque si creció, la demanda en aviación general únicamente llegó a utilizar en este periodo un 32% de su capacidad en posiciones. Para 1993 ya se tenían las 64 posiciones, pero de estas solo se utilizaron 19 en aviación general + regional y 2 en total combinado.

RESUMEN PARCIAL

Se puede concluir que se tiene un aeropuerto que de sus inicios al año 2010 no se ha operado ni se operará en un 100% de sus capacidad, la demanda en número de pasajeros ha venido disminuyendo a través de los años en lo que se refiere a aviación comercial, teniendo un repunte significativo hacia 1992, pero nunca igualando las cifras de 1985, utilizándose básicamente para aviación general, por lo tanto, la operatividad del aeropuerto Internacional de Toluca viene fallando de su inicio, de su PLANEACIÓN. El objetivo primordial de la planeación es determinar si se requiere el aeropuerto (como medio de liga), y para ello se tiene que realizar un análisis de la comunidad en estudio, de las relaciones comerciales, familiares, étnicas etc. para así determinar las necesidades de transporte que se tienen en la comunidad. La planeación entonces, no se hizo de la mejor manera en el desarrollo del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca, ya que los resultados que han arrojado las estadísticas a través de los años no han evolucionado de acuerdo a lo estimado en la realización del proyecto "Toluca", trayendo con ello problemas de distinta índole, sobre todo económico por realizar una obra NO RENTABLE.

Como se tiene en el título de este capítulo se realizará el análisis del aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca como una opción de solución al aeropuerto de México, o dicho de otra manera, como una solución de aeropuerto complementario al AICM. Dicho análisis nos llevará a determinar la mejor forma en que Toluca puede ayudar al AICM a aliviar cargas y si dicha forma existe.

4.3 ESTADO ACTUAL**4.3.1 PISTAS**

Actualmente el AICT (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca), cuenta con una pista de 4200 m de longitud por 45 m de ancho, con designación de pista 15 - 33, y márgenes laterales de 7.5 m a cada lado. Construida de pavimento asfáltico con gotas de retorno en ambas cabeceras y desplazamiento de umbral en cabecera 15, 160 m, siendo esta última la más utilizada en un 80 % del total de las operaciones que ahí se realizan.

La pista del AICT cuenta con los siguientes elementos:

1. Pavimento estructural
2. Márgenes adyacentes al termino del pavimento estructural
3. Sector contra chorros
4. Área de seguridad de la pista
5. Zona libre de obstáculos

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TOLUCA

Clave de referencia de aeródromo. (tabla II.C)

Numero clave: 4

Letra clave: E

Tabla II.D

Anchura de pista: 45m

Pista.

Pendiente longitudinal máx: 1.25%

Gradiente máx efectivo: 1%

Cambio máx longitudinal de la rasante: 1.5%

Pendiente transversal máx: 1.5%

Franja.

Pendiente longitudinal máx: 1.5%

Pendiente transversal máx: 2.5%

Se cuenta con las siguientes ayudas a la navegación

- **AYUDAS VISUALES LUMINOSAS**
 - Sistema PAPI en ambas cabeceras
 - Tres conos de viento
 - Faro de aeródromo

Luces de borde de pista y rodajes
Luces de aproximación en cabecera 15
Alumbrado plataforma comercial
Pistola de señales

- **AYUDAS VISUALES NO LUMINOSAS**
Señalamientos
- **RADIO AYUDAS**
Radio faro VOR/DME
Radar
ILS

RODAJES

El AICT cuenta con dos calles de rodaje de salida, Alfa y Bravo de 236*23 y 400*23 respectivamente. Se tienen en ambas pavimento de concreto asfáltico y márgenes laterales de 8m a cada lado en ambos elementos. Los rodajes cuentan con luces de borde y señalamiento.

4.3.2 PLATAFORMA

Se cuenta con 3 plataformas destinadas a aviación comercial, aviación general y carga y aduana.

La primera de ellas cuenta con una superficie de 50500 m², se tiene pavimento mixto con 4 posiciones simultáneas. Esta plataforma cuenta con luces de borde, señalamiento y alumbrado.

La plataforma de aviación general tiene 32200 m² de superficie, con pavimento de concreto asfáltico y capacidad para 64 posiciones.

La plataforma de carga y aduana cuenta con una superficie de 10500 m² (incluye rodaje de acceso) con capacidad para alojar 2 posiciones simultáneas de aviones del tipo B-727-100. Esta plataforma se comunica a la plataforma comercial por medio de un rodaje de 110*60M.

HANGARES

La zona de hangares se encuentra en una superficie total de 9.08 Has, incluyendo su vialidad.

Esta zona se encuentra lotificada principalmente en dos áreas, las cuales se subdividen en secciones (A,B,C,D,E,F) con lotes de varios tamaños. Frente a la plataforma comercial existen tres hangares que pertenecen al gobierno del estado, sumando un total de 86 lotes de los cuales algunos ya se encuentran construidos y ocupados.

4.3.3 EDIFICIO DE PASAJEROS

Toluca cuenta con un solo edificio de pasajeros el cual atiende demanda de pasajeros tanto de aviación comercial como general.

El edificio del aeropuerto se encuentra ubicado en una superficie total de 1191 m², con unas dimensiones aproximadas de 24*49.6m, éste cuenta con 2 niveles de los cuales en PB se tienen 1012 m² y en PA 179m². Tiene capacidad para atender 100 pas/hr.

Los elementos principales de edificio se encuentran distribuidos en superficie de la siguiente manera:

Vestíbulo general	150m ²
Vestíbulo de documentación	105m ²
Sala de última espera	160m ²
Sala de reclamo de equipaje	132m ²
Vestíbulo de bienvenida	110m ²
Concesiones	59m ²
Oficinas	252m ²
Áreas complementarias	209m ²
Restaurante (área total)	280m ²
Oficinas de apoyo y Sanitarios	227m ²

No dispone de lo siguiente:

Pasillos telescópicos
Muelles (SUE)
Mostradores
Básculas
Bandas de reclamo
Aerocares

Se cuenta con un detector de metales, 4 detectores portátiles y dos detectores de explosivos.

INSTALACIONES DE APOYO**EDIFICIOS DE APOYO**

1. Torre de control. De 13 m de altura , 24 m2 en cabina, 18m2 y 3m2 en núcleo sanitario.
2. Edificio anexo. Con una superficie de 825 m2.
3. Casa de máquinas. Con una superficie de 184 m2
4. Planta de emergencia. Ayudas visuales.
5. Planta de emergencia. Edificio terminal
6. Bodega de carga
7. Bodega fiscal

ZONA DE COMBUSTIBLES

- | | |
|-------------------------------------|------|
| 1. Cap. Turbosina (miles de lts) | 2320 |
| 2. Cap. Gas - avión 80/87 (M lts) | |
| 3. Cap. Gas - avión 100/130 (M lts) | 180 |
| 4. Capacidad agua (miles de lts) | 60 |
| 5. Carros tanque | 3 |

C.R.E.I

1. Área de oficinas
2. Cobertizo
3. Rescate
4. Extinción
5. Evacuación

4.3.4 ESTACIONAMIENTO

Se dispone en el aeropuerto internacional de Toluca de un estacionamiento en una superficie de 5250 m2 con capacidad para 157 automóviles, el cual esta destinado para atender a todos los tipos de aviación como a empleados del aeropuerto.

4.3.5 VIALIDADES

El acceso al aeropuerto se realiza por medio de dos vías principales:

- Carretera MÉXICO - TOLUCA (Corredor industrial)
- Carretera NAULCALPAL - TOLUCA (Vía López Portillo)

Ambas con cuatro carriles, que se conectan al "Boulevard Miguel Alemán". Este Boulevard es de doble sentido, y cuenta con tres carriles en cada sentido y tiene una longitud aproximada de 8.5 km.

La vialidad de acceso al aeropuerto es de 300m de longitud y doble carril en ambos sentidos, entronca al "Boulevard Miguel Alemán".

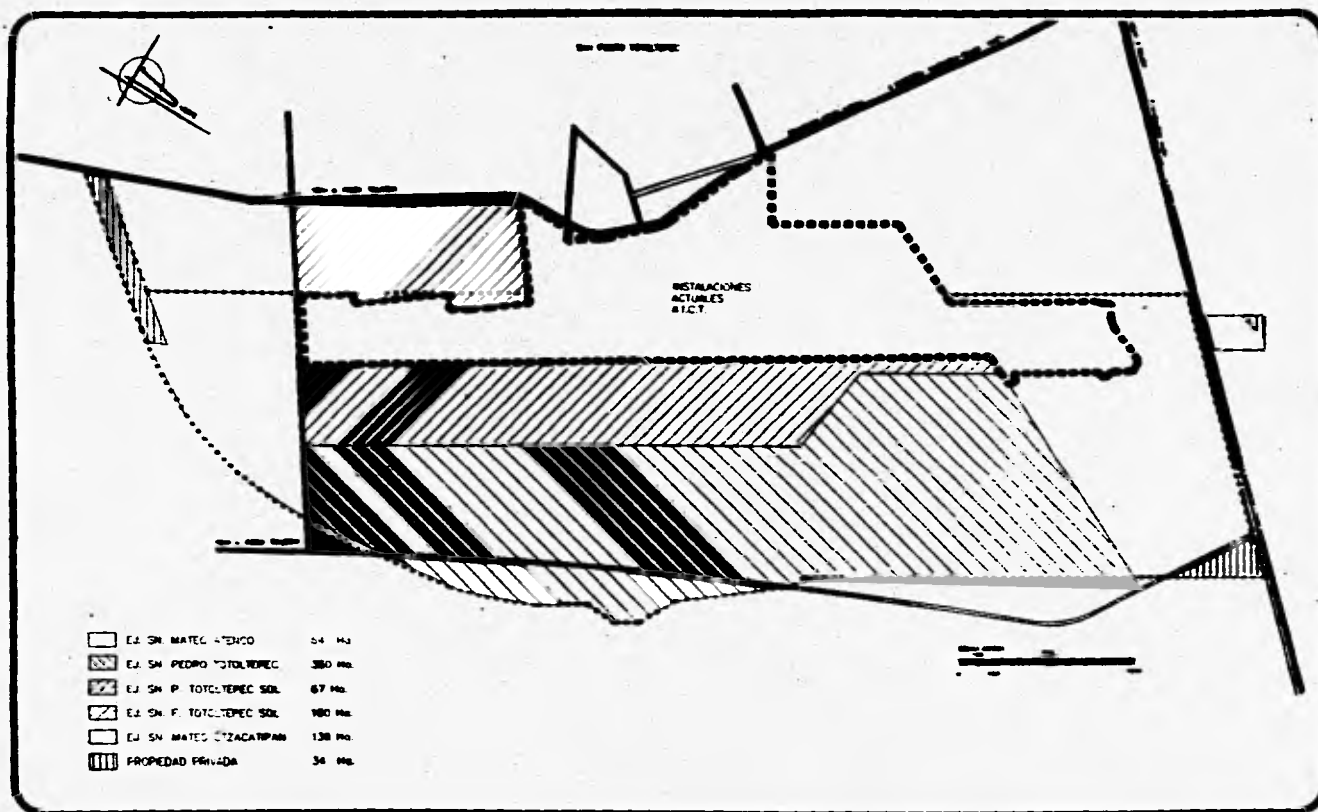
4.3.6 TERRENOS

El aeropuerto Internacional de Toluca en el programa inicial para implementar el SAM, se estableció como la terminal no. 1, para llevar a cabo los trabajos de expansión que se habían previsto en el aeropuerto se requería, conforme al proyecto, disponer de terrenos colindantes al aeropuerto, se estaba hablando de adquirir 900 Has; sobre las que se llevarían a cabo las obras definidas en dicho proyecto. Hasta entonces la superficie del aeropuerto era del orden de 270 Has, por lo que al adicionarse las 900 has proyectadas arrojaría una superficie total de 1100 Has.

En el año de 1992 se lograron adquirir 67 Has. ubicadas al sur de la zona terminal del aeropuerto de Toluca, posteriormente se lograron adquirir por decreto expropiatorio 227 Has perteneciente al ejido San Pedro Totoltepec, por lo que se procedió a la liquidación de los ejidatarios.

Las 592 Has restantes que se tenían planeadas para el desarrollo de la terminal no.1 no fue posible conseguirias con lo tramites de expropiación, quedando con la superficie con que cuenta actualmente el aeropuerto de Toluca que es del orden de 550 has.

El desarrollo de esta terminal afecto grandemente a ejidatarios ya que se tenía en estos terrenos una actividad productiva y familias establecidas las cuales tuvieron que ser reubicadas a otra zona que el Gobierno del Estado de México ha designado para su relocalización.



SUPERFICIES AFECTADAS

4.4 POSIBILIDADES DE DESARROLLO

MOVIMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE MOVIMIENTO PROPUESTO POR ASA Y LLEVADO A CABO A PARTIR DE 1992

Aeropuertos y Servicios Auxiliares propone para el desahogo del AICM, el traslado de la aviación general hacia el AICT, llegando a un acuerdo (publicado en el diario oficial de la federación el 26 de Julio de 1991), planteando que a partir del 1° de Enero de 1992 el AICM quedaria cerrado para la aviación general, la propuesta considera lo siguiente:

- Traslado de la aviación general que comprende aviones de pistón, turbohélice y jets ejecutivos

El traslado de estas aeronaves ha traído consigo cambios en la infraestructura existente además de tenerse proyectados otros cambios a futuro, éstos se considerarán en el análisis que se desarrolle, con el objeto de analizar las diferentes opciones de utilización del AICT en el presente y futuro.

OBRAS REALIZADAS EN EL PERIODO 1988-94

1. PISTA. Rehabilitación integral de la pista 15-33, en toda su longitud, así como el desarrollo de un nuevo señalamiento horizontal y vertical.
2. CERCADO. Instalación de cercado perimetral, a base de malla ciclónica, en los terrenos que se han ido adquiriendo por parte de ASA.
3. RODAJES Y PLATAFORMAS. Rehabilitación de pavimentos de uso aeronáutico, en particular en rodajes y plataformas
4. Construcción de un TANQUE ADICIONAL para almacenamiento de combustible (turbosina).

OBRAS A CARGO DEL COINVERSIONISTA

PRIMERA ETAPA

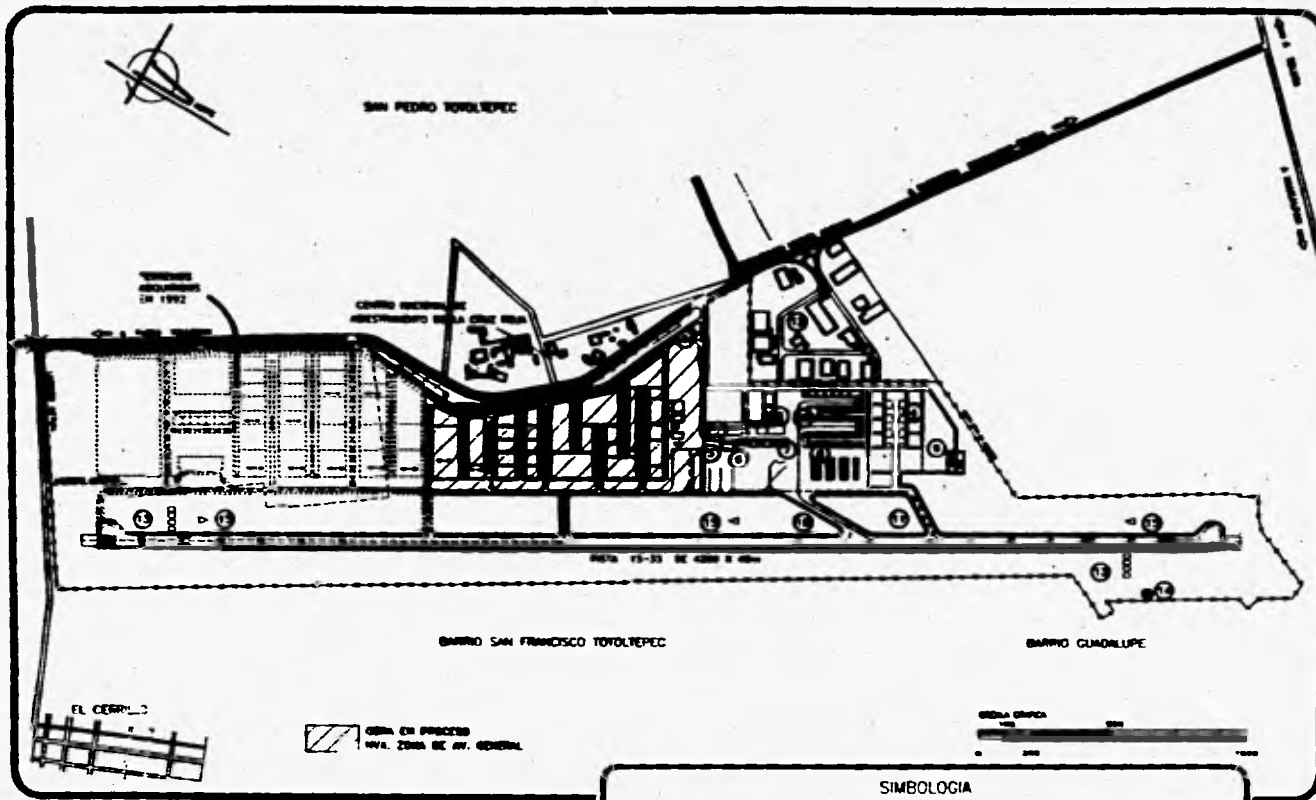
- Construcción con pavimento flexible de un rodaje paralelo a la pista, de 570 m de longitud aproximadamente y de 15m de ancho, márgenes laterales de 5m y franjas de seguridad de 13.5 m en ambas orillas.
- Construcción con pavimento flexible de un rodaje perpendicular de 190m de longitud y 15m de ancho para conectar la pista con el rodaje paralelo, márgenes laterales de 5m y franjas de 13.5m en ambas orillas.
- Construcción con pavimento flexible de dos calles de rodaje de acceso a los hangares, de 450 y 320m respectivamente; ambos de 15 m de ancho acotamientos de 5m y franjas de 7.5m en ambas orillas.

- Construcción con pavimento flexible de una plataforma contigua a la existente para abastecimiento de combustible, de 175m de longitud por 75m de ancho.
- Construcción con pavimento flexible de una vialidad principal de acceso vehicular a los hangares, con una longitud aproximada de 645m, constando de dos carriles de circulación de 7.3m de ancho cada uno y un camellón central de 6m.
- Construcción con pavimento flexible de tres calles de acceso vehicular a los hangares, de 485m, 375m y 305m de longitud respectivamente. Las tres calles serán de 7.3m de ancho y áreas verdes laterales de 11.35m de ancho, para obtener una distancia de 30m entre parámetros de los hangares.
- Construcción de la infraestructura para dotar a la nueva zona de redes de instalación hidráulica, eléctrica, alumbrado público, telefónica, sanitaria y de ayudas visuales luminosas.
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

SEGUNDA ETAPA

- Construcción con pavimento flexible de la segunda sección del rodaje paralelo a la pista, de 480m de longitud aproximadamente y 15m de ancho, márgenes laterales de 5m y franjas de seguridad de 13.5m en ambas orillas.
- Construcción con pavimento flexible de un rodaje perpendicular de 190m de longitud y 15m de ancho, para conectar la pista con el rodaje paralelo, márgenes laterales de 5m y franjas de 13.5 m en ambas orillas.
- Construcción con pavimento flexible de tres calles de rodaje de acceso a los hangares, de 320m, 280m y 340m de anchos respectivamente. Los tres rodajes tendrán un ancho de 15m, márgenes laterales de 5m y franjas de seguridad de 7.5m a ambos lados, para tener una distancia total entre parámetros de hangares de 40m.
- Construcción con pavimento flexible de la segunda parte de la vialidad principal de acceso vehicular a los hangares, de 490m de longitud, constando de dos carriles de circulación de 7.3m de ancho cada uno, con un camellón central de 6m.
- Construcción con pavimento flexible de tres calles de acceso vehicular a los hangares, de 320, 300 y 470m de longitud respectivamente. Las tres calles tendrán un ancho de 7.3m y áreas verdes laterales de 11.35m de ancho, para obtener una distancia de 30m entre parámetros de los hangares.
- Construcción de la infraestructura para dotar a la nueva zona de redes de instalación hidráulica, pluvial, eléctrica, alumbrado público, telefónica, sanitaria y de ayudas visuales luminosas.

Véase siguiente plano



NOMBRE DEL PLANO
**PLANO GENERAL ESTADO ACTUAL
 INCLUYENDO NUEVA ZONA
 DE AV. GENERAL**

ESCALA
1=20,000

ACORDAR
METROS

- SIMBOLOGIA**
- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1.- CAMBIO DE ACCESO | 9.- ZONA DE COMBUSTIBLES |
| 2.- ESTACIONAMIENTOS | 10.- BOGAJE BRUVO |
| 3.- PLATAFORMA DE ASUMBA | 11.- BOGAJE ALFA |
| 4.- ZONA DE MARGARES | 12.- ZONA INDUSTRIAL |
| 5.- OFICIO | 13.- PAPI |
| 6.- TORRE DE CONTROL | 14.- VBR |
| 7.- CRI | 15.- CONO DE VIERROS |
| 8.- PLATAFORMA AV. GENERAL | |

POSIBILIDADES DE DESARROLLO

Como se había mencionado en capítulos anteriores, la opción Toluca se manejará como una alternativa complementaria al AICM, ya que se habían considerado factores a su favor como infraestructura existente, vías de acceso adecuadas, espacio aéreo factible de operar simultáneamente con el AICM, posibilidades de desarrollo etc. Considerando lo anterior se plantean las opciones de solución de distribución de movimiento entre el AICM y el AICT de la siguiente manera.

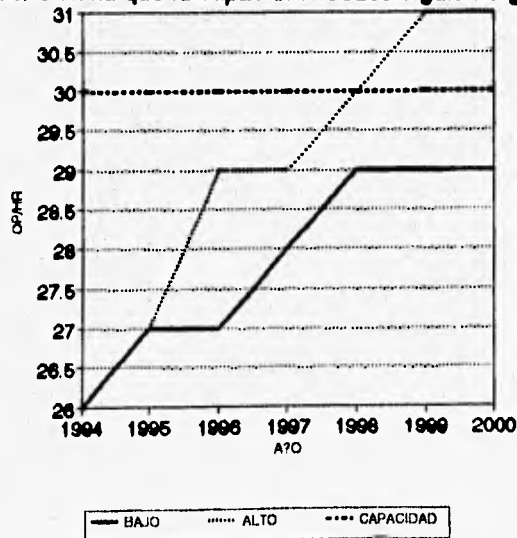
1. El AICT maneja la aviación comercial nacional del AICM
2. El AICT maneja la aviación comercial internacional del AICM

La propuesta no. 1 plantea trasladar a Toluca la aviación comercial nacional que se maneja en el Aeropuerto Internacional de la Cd. de México. Esta opción presentaría el siguiente comportamiento.

PISTA.

En Toluca se cuenta con una sola pista para atender las operaciones, la cual tiene una capacidad, según datos obtenidos del Sistema Estadístico Aeroportuario 1993, de 30op/hr.

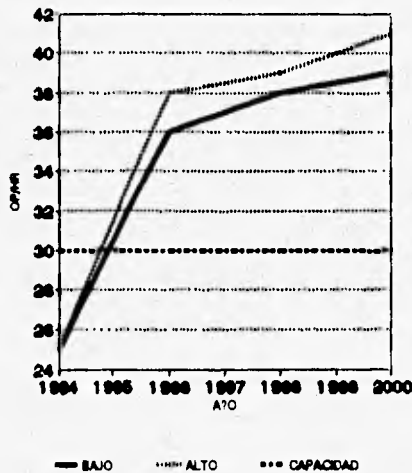
El AICM en 1993 presentó una demanda en aviación comercial nacional de 25 op/hr, para 1996, 1998 y el año 2000 se esperan 27 op/hr, 29 op/hr y 29 op/hr respectivamente en escenario bajo mientras que para el escenario alto se esperan 29 op/hr, 30op/hr y 31 op/hr respectivamente, por lo tanto, si se presentase las expectativas previstas en escenario bajo, la pista y rodajes existentes tendrían capacidad de atender la demanda, en tanto que el escenario alto presentaría para 1998 una demanda igual que la oferta disponible mientras que para el año 2000 la demanda estaría por encima que la capacidad. Véase siguiente gráfica.



Si se toman en cuenta las operaciones de aviación comercial, general y regional que se prevén operarán en el aeropuerto de Toluca, aunado a las operaciones de aviación comercial nacional procedentes del AICM, se presentaría la siguiente demanda en el aeropuerto.

AÑO	ESCENARIO BAJO OP/HR	ESCENARIO ALTO OP/HR
1994	25	25
1996	36	38
1998	38	39
2000	39	41

FUENTE: SEA 1991, SEA 1993



De esta manera, como se muestra en la gráfica, la demanda se tendría por encima de la capacidad instalada en pista trayendo así problemas de retraso.

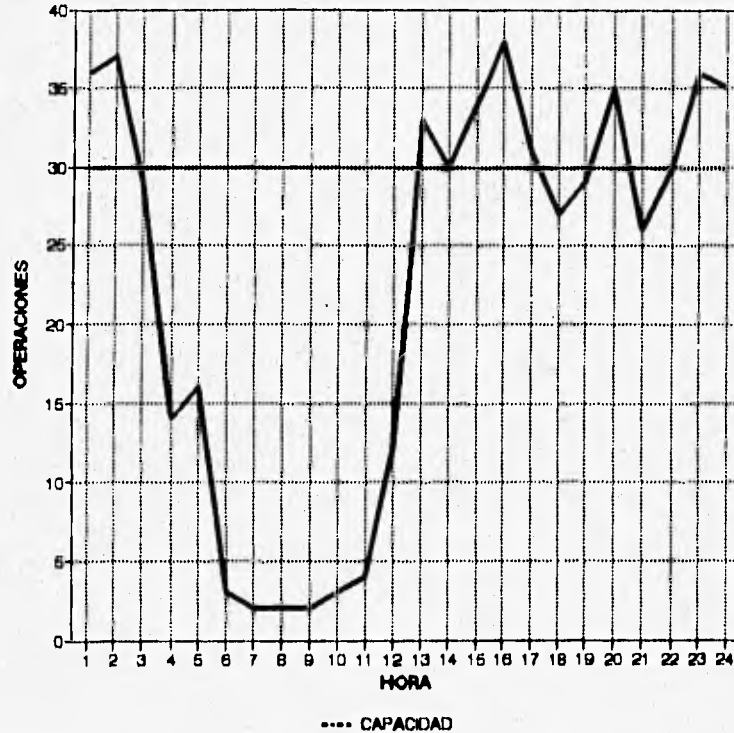
El contar con una sola pista marcaría una restricción adicional al aeropuerto en casos de cierre por reparación en pista, accidente, etc.

Para ejemplificar el comportamiento que se tendría en el aeropuerto de Toluca operando únicamente la aviación comercial procedente de México se presenta el siguiente ejemplo:

Los datos proporcionados en la tabla 4.A representan el número de operaciones (llegadas y salidas), realizadas el día 5 de abril de 1995 en el AICM, éstos indican

únicamente las operaciones de aviación comercial de las líneas aéreas nacionales así como las extranjeras que se manejan en dicho aeropuerto.

Los datos fueron proporcionados por SENEAM (Servicios a la Navegación del Espacio Aéreo Mexicano) y se tienen los movimientos de cada hora del día mencionado así como operaciones totales del día.



Como se puede ver en la gráfica se tiene un total de vuelos retrasados acumulados del día igual a 45, esta cifra se considera muy alta y representaría una gran pérdida para las líneas aéreas que operarían el aeropuerto por los retrasos que se pueden presentar, así como garantizar un mal funcionamiento del aeropuerto.

Por lo tanto, se concluye que el sistema de pista que se tiene en Toluca NO tiene capacidad suficiente para operar con aviación nacional comercial procedente del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

ANÁLISIS DEL AICT. COMO UNA OPCIÓN

TABLA 4A

(IFE) AV. COM	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	TOT DIA	
AMX	6	0	0	0	0	0	0	0	1	2	11	5	11	6	3	6	3	6	5	5	7	5	7	6	6	95
MXA	4	4	5	0	1	0	0	0	1	0	3	6	5	5	5	8	4	4	8	4	4	9	9	6	10	100
IEJ	7	2	2	0	0	0	1	0	3	9	9	4	4	7	2	2	9	9	2	6	6	6	3	9	3	85
TAJ	3	2	3	1	1	0	0	0	1	3	4	5	5	4	11	5	4	4	2	6	4	4	11	3	6	87
NAC	3	3	1	1	1	2	0	0	0	1	3	2	1	2	1	1	1	0	1	1	2	1	0	0	3	30
EXT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	13	31
TOT	14	6	4	3	1	0	0	3	1	10	30	21	22	26	19	12	16	28	13	21	23	12	23	13	321	651
	35	20	17	7	3	2	2	4	4	16	37	26	38	47	35	34	33	46	33	36	41	41	39	43		

AMX. AEROMÉXICO
 MXA. MEXICANA
 TAJ. TAESA
 NAC. NACIONALES
 EXT. EXTRANJERA
 TOT. TOTAL

El problema de insuficiencia que se tiene en pista no es el único factor que obstaculiza, ya que la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar y la temperatura de referencia son factores que determinan el rendimiento operacional de las aeronaves, así pues, se tiene el aeropuerto en Toluca a 2575 MSNM, siendo éste el aeropuerto que se tiene a mayor altitud en la república Mexicana, por lo que resulta que las operaciones en este sitio provoca limitaciones adicionales a México al rendimiento del equipo de vuelo, es decir, la elevada altitud impone restricciones al peso posible de operación de las aeronaves.

Tomando en cuenta altitudes y temperaturas de ambos aeropuertos se hace una análisis de los pesos que intervienen en la aviación y que se deben estudiar por ser éstos el factor primordial de remuneración de las aerolíneas.

Los pesos de que constituye un avión se esquematizan en la siguiente figura:

FIGURA 4.B

PESO TOTAL DE COMBUSTIBLE	Rodeo	PESO EN PLATAFORMA
	Combustible de vuelo	PESO DE DESPEGUE
PESO DE CARGA PAGADA	Combustible de reserva (alternativo + reserva adicional)	PESO DE ATERRIJAJE EN DESTINO
	Pasajeros equipaje carga correo	PESO CERO COMBUSTIBLE
PESO VACÍO	Tripulaciones servicio de abordaje (comisariato) Cocinas, hornos, refrigeradores	PESO DE OPERACIÓN SECO
	Equipo de rescate equipos de navegación instrumentos de cabina manuales	PESO BÁSICO
	Aceite de motores	PESO VACÍO
	Fluidos, excepto aceite de motores equipo de cabina, asientos tren de aterrizaje alas fuselaje	0

El peso de carga pagada es el factor importante para la aerolínea y ésta es afectada notablemente por condiciones del lugar como se verá en el siguiente análisis en donde se hará una comparación entre los aeropuertos de México y Toluca. Previo al análisis se presenta un informe comparativo de temperaturas y altitud de ambos aeropuertos.

TEMPERATURA

La temperatura media absoluta registrada en la Ciudad de México oscila alrededor de los 16°C, en tanto que en la Ciudad de Toluca se ubica en los 11.5°C, lo que significa una diferencia del orden de 4°C entre ambos sitios.

Las temperaturas promedio mínimas son: 9°C para la Ciudad de México y 3.5°C para Toluca, lo que representa una diferencia del orden de 5.5°C.

A pesar de lo anterior, las temperaturas señaladas no se consideran determinantes, ya que son resultado de un elevado número de lecturas en horas de la medianoche y la madrugada, en donde se presentan las temperaturas más bajas.

Se consideró que un buen indicador de la temperatura frecuente, bajo la cual se realizaría un sustancial volumen de operaciones, lo representarían el siguiente intervalo de temperaturas:

de 10 a 29°C para México
de 8 a 25°C para Toluca

Sin embargo, para fines de planeación y estudios de diseño se debe considerar la temperatura de referencia, la cual representa el promedio de las temperaturas más altas del mes más caluroso del año; por lo tanto, se tienen para las Ciudades de México y Toluca las siguientes temperaturas de referencia:

México	25° C
Toluca	21° C

ALTITUD

El AICM se encuentra ubicado a 2238 metros sobre el nivel del mar situación que afecta el rendimiento operacional de las aeronaves. Por su parte el AICT se ubica a una elevación mayor 2575 MSNM, por lo que resulta obvio que la operación en este sitio provoca limitaciones adicionales al rendimiento del equipo de vuelo en Toluca.

Es sabido que un aeropuerto que se encuentre a mayor altura sobre el nivel del mar que otro, tiende a imponer mayores restricciones al peso posible de operación de las aeronaves, factor que es parcialmente compensado, como ya se

había mencionado, porque también a mayor altura sobre el nivel del mar, correspondería una temperatura ambiente menor.

El análisis comparativo de las restricciones a la carga adquiere particular relevancia, ya que la diferencia entre sus elevaciones es considerable (337m aprox).

ANÁLISIS

Aeropuerto Internacional de Toluca

Avión: B727-200

Temperatura de referencia 21° C

- **Peso máximo de despegue = 779700 kg. (véase graf 4.5)**
- **Peso de combustible de vuelo a destino = 2 984 kg./h**
- **Peso de combustible al alternativo y reserva = 1 492 kg.**
- **Peso de operación en vacío = 44 219 kg.**

*** Peso de aterrizaje**

$$79700 - 2984 \text{ kg.} = 76716 \text{ kg.}$$

*** Peso de carga pagada**

$$76716 - 1\,492 = 75224 \text{ kg.} - 44\,219 = 31005 \text{ kg.}$$

La capacidad de este tipo de avión varía de 134-163 lugares, considerando que el vuelo lleva 148 pasajeros y por cada pasajero se plantea un peso de 85 kg., se tendría una carga pagada por pasajero de:
 $184 * 85 = 12\,560 \text{ kg.}$

Por lo tanto el peso por carga corresponde a:

$$31005 - 12\,560 = 18445 \text{ kg.}$$

Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Avión: B727-200

Temperatura de referencia 25° C

- **Peso máximo de despegue = 82400 kg. (véase gráf. 4.5)**
- **Peso de combustible de vuelo a destino = 2 984 kg./h**
- **Peso de combustible al alternativo y reserva = 1 492 kg.**
- **Peso de operación en vacío = 44 219 kg.**

*** Peso de aterrizaje**

$$82400 - 2\,984 \text{ kg.} = 79416 \text{ kg.}$$

* Peso de carga pagada

$$78416 - 1492 = 77924 - 44219 = 33705 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga pagada por pasajeros : } & 12580 \text{ kg.} \\ 33705 - 12580 = & 21125 \text{ kg. carga} \end{aligned}$$

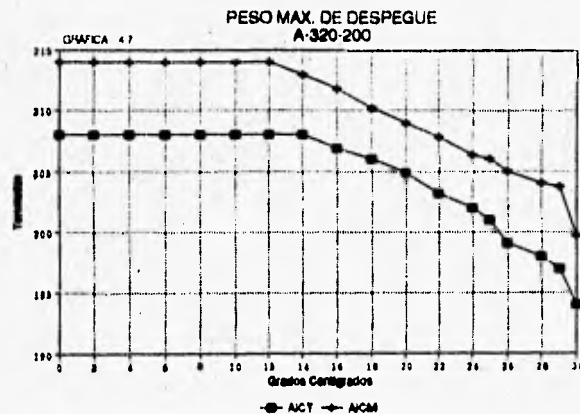
$$\text{Peso por carga: } 21125 \text{ kg. (MÉX.)} > 18425 \text{ KG. (AICT)}$$

RESUMEN PARCIAL

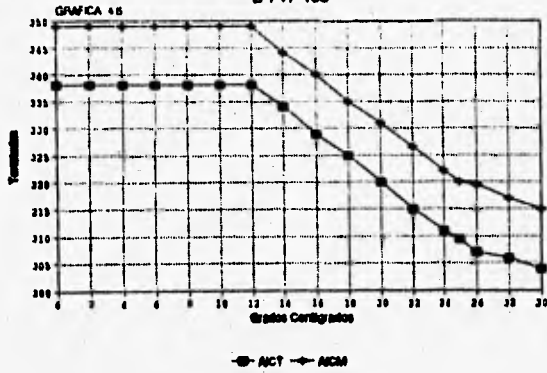
El análisis muestra una diferencia de 2700 kg. en el peso de carga pagada por carga de un aeropuerto a otro, esta diferencia debido a la altura del AICT marca restricciones adicionales en la carga de pago, trayendo con esto repercusiones negativas importantes para las aerolíneas ya que establecería menores ingresos para las compañías que se movilicen al AICT.

Es importante aclarar que en este ejemplo se manejó fijo el peso de carga pagada por pasajero y se condicionó a que el peso de carga pagada por carga variara, pero se puede presentar el caso inverso según conveniencias de la aerolínea ó, variar el peso de combustible a destino, pero ello implicaría un menor alcance en la aeronave.

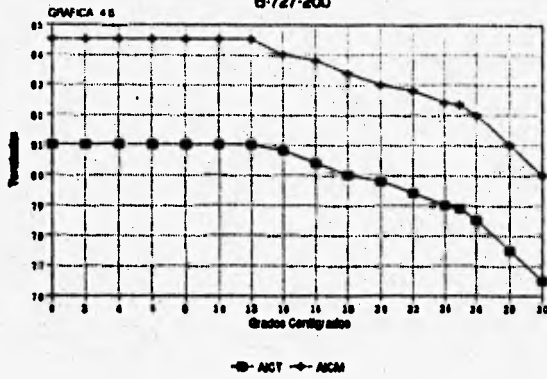
Los diferentes tipos de aviones que se manejan en aviación nacional se muestran en las siguientes gráficas (4.5 - 4.8) que tienen una relación XY de grados centígrados - pesos máximos de despegue y en las cuales se hace una comparación entre los diferentes rendimientos de los dos aeropuertos (AICM-AICT). Estas gráficas fueron obtenidas del documento editado por ASA "diseño, desarrollo y presentación de la solución adoptada en el aeropuerto internacional de Toluca, Edo de México"



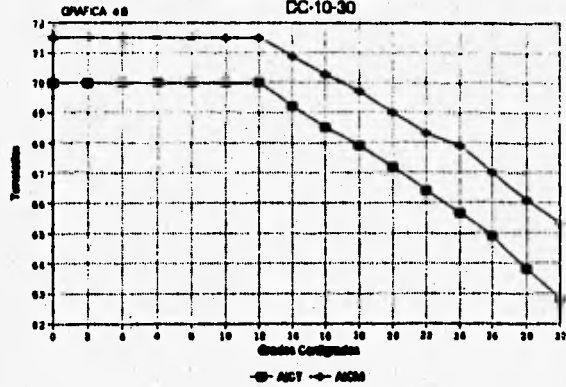
PESO MAX. DE DESPEGUE
B-747-400



PESO MAX. DE DESPEGUE
B-727-200



PESO MAX. DE DESPEGUE
DC-10-30



Se sabe de antemano que los demás subsistemas de que consta el AICT manejarán el mismo comportamiento de saturación, pero se considera importante su análisis para justificar conclusiones posteriores.

CALLES DE RODAJE.

Importante es el mencionar los puntos fundamentales u objetivos que deben de cumplir los rodajes:

- Imponer mínimas restricciones a los movimientos de aeronaves desde las pistas y plataformas y hacia éstas.
- Mantener un movimiento del tránsito de aeronaves en tierra uniforme y continuo a la velocidad máxima que sea factible.
- Debería permitir que las aeronaves salgan de la pista tan pronto como sea factible después de aterrizar, y entren en ellas poco antes de efectuar el despegue

Todos los puntos mencionados con anterioridad traen consigo un objetivo primordial: reducir tiempos de ocupación al máximo.

Actualmente en el AICT se cuentan con dos rodajes Alfa, bravo de 236*23m y 400*23m respectivamente.

Según datos registrados del 60 al 70% de las operaciones se realizan por la cabecera 15, esto implicaría un comportamiento de la aviación nacional comercial de la siguiente manera:

1. En aterrizaje las aeronaves de aviación comercial tenderían a ocupar la totalidad de la pista, por lo tanto no se podría utilizar el rodaje bravo como calle de salida rápida, requiriendo una vez efectuado el aterrizaje llegar a una velocidad 0 y retroceder hacia la plataforma por la pista, es decir se utilizaría la pista como rodaje. Véase siguiente fig. En despegue el recorrido de la plataforma a la cabecera 15 se realizaría tomando un rodaje y ocupando la pista hasta llegar a la cabecera virando 180° para quedar en posición de despegue.

Se tiene dos procesos en los cuales se presentarían efectos negativos por no contar con un sistema de rodaje que cumpla con sus objetivos primordiales, estos efectos repercuten tanto en las aeronaves como en el aeropuerto y se mencionan a continuación:

- Aumento del consumo de combustible y el desgaste de la aeronave.

Este punto es importante porque las repercusiones entrarían directamente en los costos de la línea aérea que serían en mantenimiento y combustible principalmente. Para dar una idea del consumo de combustible que se lleva la aeronave en cada proceso que realiza se muestra la siguiente tabla:

Promedio consumo de combustible (lts/hr)

TABLA 4.B

	En rodaje	En despegue	En ascenso	Cruceiro	Aproximación y aterrizaje
Jumbo Jet	3988	39118	32842	13535	119338
Jet largo alcance	1998	24858	20545	7112	9493
Jet mediano alcance	1850	15084	12623	4300	5867
Av. genl Turbo prop	167	420	390	231	235

FUENTE: "Características de aviones relacionadas con diseño de aeropuertos" P. 71

Cada uno de los procesos representan el siguiente porcentaje de consumo (aprox):

	%
Rodaje	4
Despegue	39
Ascenso	32
Cruceiro	13
Aproximación y Aterrizaje	12

- Distancias extremadamente largas pueden tener como consecuencia el aumento de temperatura de los neumáticos hasta un nivel peligroso.
- El aeropuerto ve reducida su capacidad en pista ya que el tiempo de ocupación de la aeronave en pista es muy grande, obstaculizando con esto para realizar un mayor número de operaciones.

Una vez concluidas las dos etapas, existirá un rodaje en la cabecera 33, con el cual se pretende reducir el tiempo de ocupación de la pista por aeronave.

Se tiene entonces un sistema de rodaje que difiere en los aspectos básicos para los que éstos están destinados trayendo con esto problemas.

PLATAFORMA

La plataforma para aviación comercial cuenta con una superficie total de 50500m² y de acuerdo al estudio realizado por ASA "Diseño, desarrollo y presentación de la solución adoptada en el Aeropuerto Internacional de Toluca, Edo de México" 1993 se tienen dos opciones de capacidad.

1. 4 posiciones simultáneas de aviones B727 o similar.
2. 3 posiciones, 2 B-727 y 1 B-747 o similar

La primera opción considera 12 625 m² por aeronave (B-727) y la segunda 25250 m² para el B-747.

Suponiendo que se utilizara la plataforma de aviación general y de carga para aviación comercial nacional se tendría:

- Plataforma de carga (10500m²): 2 B-727 o 1 B-747
 Plataforma de av. gral (32200m²): 2 B-727 o 1 B-747
1. Tot. numero de lugares en plataforma comercial: 8 posiciones
 2. Tot. numero de lugares en plataforma comercial: 5 posiciones

El tiempo de ocupación del puesto de embarque es el tiempo en que una aeronave:

- Maniobra para entrar y salir de la plataforma
- Carga y descarga pasajeros, equipaje y mercancías
- Se reabasteco de combustible
- Realiza tareas de limpieza y recibe varios servicios rutinarios y reparaciones menores.

Este tiempo de ocupación de puestos varía según el tamaño de la aeronave, el tipo de vuelo, ejemplo nacional o internacional el tipo de estación, ej. de origen, de destino. La siguiente tabla muestra un ejemplo típico del tiempo de ocupación de puestos (en minutos).

TABLA 4.C

Aeronave	Vuelo sin regreso	Vuelo con regreso	Vuelo con regreso
B-737,DC-9,F-28	25	45	-
B-707,B-757	45	60	60
A6300,DC-10,L1011	45-60	60	120
B-747	-	60	120-180

FUENTE: Manual de planificación de aeropuertos Parte 1. OACI

Redondeando a 60 min el tiempo de ocupación de la aeronave de av. comercial en plataforma y considerando la opción 1. de 8 posiciones para análisis.

Para 1995 se presentarían en aviación comercial nacional 27 op/hr de las cuales de acuerdo al tiempo de ocupación y al numero de lugares en plataforma únicamente se podrían atender 8op /hr, es decir se tendría capacidad para atender un 29.62% del total.

Se prevé la construcción de una plataforma en la primera etapa de 13125 m² contigua a la existente para abastecimiento de combustible, por lo tanto, no sería factible utilizarla para aviación comercial en un futuro.

EDIFICIO DE PASAJEROS

Planteamiento para revisión de capacidad de área terminal para atender aviación comercial nacional:

Para 1995 se pronostican 1614 pas/hr en escenario bajo y 1644 pas/hr en escenario alto .

Considerando un nivel de servicio de 14 m²/pas: $14 \text{ m}^2/\text{pas} * 1614 \text{ pas/hr} = 22596 \text{ m}^2$ área que debe tener el edificio terminal para dar comodidad y buen servicio al pasajero, por otra parte en el AICT se tiene la capacidad de atender a 100 pas/hr cantidad que resulta por debajo de la demanda que se presentaría de 1614 pas/hr.

Nota.

No se está tomando en cuenta el número de acompañantes los cuales también requieren de cierta área a su disposición, locales comerciales, restaurantes, etc.

En el plan de desarrollo posterior del AICT no se prevé aumento en el área terminal.

Para que el Aeropuerto Internacional de Toluca pudiese manejar la aviación comercial nacional se proponen los siguientes puntos:

- I. Contar con 2 pistas para atender la demanda pronosticada y evitar el cierre total del aeropuerto.
- II. Instalación de ILS para pista en cabecera 33. . El ILS permitiría realizar las operaciones en ambas cabeceras de la pista aumentando con esto la capacidad de éstas.
- III. Instalación de un radar terminal que permita controlar las operaciones del mismo aeropuerto sin tener que recurrir a México.
- IV. Construcción de rodajes que permitan reducir el tiempo de ocupación de las pistas.
- V. Ampliación de plataforma comercial. Estimando para 1995 el número de posiciones que se requieren, se tiene:

$$S = \sum (T_i/60 * N_i) + \alpha *$$

Donde:

S = Número requerido de posiciones en plataforma

T_i = Tiempo de ocupación del puesto de embarque en min de grupo de aeronaves i

N_i = Número de aeronaves que llegan / grupo i durante la hora punta

α = Número de plataforma extra en reserva.

$$S = (25/60 * 4) + (45/60 * 3) + (45/60 * 9) + (50/60 * 8) + (50/60 * 8) + (60/60 * 7) + (60/60 * 10)$$

$$S = 50 + \beta$$

Considerando un indicador de 8000 m² se requeriría de una superficie aproximada de 400 000 m²

Si las aeronaves por algún motivo tuviesen que permanecer en tierra por un periodo prolongado o quedar en el aeropuerto durante la noche puede justificarse una plataforma de estacionamiento. En este caso aunque se menciona no se considerará.

VI. Instalaciones y servicios fijos.

Reabastecimiento de combustible

Suministro de agua potable/no potable.

Estas instalaciones y servicios se consideran importantes ya que reducen la gestión en las plataformas y permiten reducir los tiempos de servicio.

VII. Aumento en la superficie del edificio terminal de pasajeros. Se propone una superficie aproximada ±77300m² (superficie con que cuenta actualmente la sala nacional del AICM).

El edificio terminal se debe planear con una superficie la cual asegure que la capacidad satisfaga la demanda, dentro de los límites económicos y prácticos y proporcionar la posibilidad de aumentar la capacidad a la medida que aumente la demanda

Se debe prever el aumento de capacidad en cada uno de los subsistemas para crecimientos de demanda futura.

* "Manual de Planificación de aeropuertos" parte 1. OACI P. I-65

CONCLUSIÓN.

Los cambios que se tendrían que llevar a cabo para absorber la demanda de aviación comercial nacional que emanaría del AICM implicaría un cambio radical en el conjunto de los subsistemas que conforman al AICT, llevando esto a una nueva inversión una nueva planeación y una nueva estrategia de desarrollo.

Por lo tanto, la alternativa de trasladar la aviación comercial nacional del AICM hacia el AICT no se considera como buena por no tener la capacidad suficiente el aeropuerto para recibirla, a menos que se realicen inversiones muy importantes, por otro lado las opciones de ampliación de los diferentes subsistemas del AICT que se presentan en este trabajo no implican que sea la mejor alternativa ya que se requeriría un estudio detallado que permitiera analizar la viabilidad en aspectos técnicos, económicos, financieros etc. Entonces, los puntos propuestos sirven simplemente para hacer una leve comparación entre lo demandado, lo existente y lo requerido en los principales puntos del aeropuerto de Toluca.

Dentro de esta conclusión se implicara a la segunda alternativa propuesta, la cual planteaba el traslado de aviación comercial internacional del AICM hacia el AICT, esta opción no se desarrollará ya que presentaría un comportamiento similar al expuesto con la aviación comercial nacional mostrándose en algunos subsistemas, en horas pico, más crítico el comportamiento, por ejemplo en plataformas y edificio terminal, esto debido a que en aviación internacional se manejan aviones con mayores dimensiones y capacidad que en la nacional requiriendo con esto mayores superficies.

Las operaciones por hora que se pronostican en aviación comercial internacional varían de acuerdo a la siguiente tabla.

AÑO	OP/HR	
	B	A
1995	24	24
1996	24	26
1997	24	26
1998	25	27
1999	25	28
2000	26	28

FUENTE:SEA 1993

El comportamiento de aviación comercial internacional se asemeja mucho al nacional por ello no se vio conveniente analizar para esta posibilidad, concluyendo lo mismo que para la aviación nacional

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

El incremento en el número de operaciones y de pasajeros en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Lic. Benito Juárez", a llegado a un punto de comportamiento desfavorable debido a la diferencia entre demanda y capacidad. La tabla 1. muestra el comportamiento que se ha venido presentando en los últimos años así como su capacidad y pronóstico.

En la presente tesis primeramente se plantea una alternativa de desarrollo del AICM como solución al problema de saturación que se vive actualmente:

1. El AICM sólo proporciona servicio a aviación comercial "A" tanto nacional como internacional, operando con las instalaciones existentes.
2. Ampliación de la superficie para crecimiento de instalaciones del aeropuerto.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares, como solución al problema de saturación que se tiene en el AICM optó por el traslado de la aviación general hacia el AICT sin embargo, esta alternativa de desarrollo propuesta ha operado desde hace algunos años en el AICM. Esto se logró indirectamente debido al desplazamiento de la aviación general a horario nocturno, aunque de alguna manera esta opción fue válida y ayudó en su tiempo, la demanda debido al crecimiento ha sobrepasando nuevamente a la capacidad de algunos subsistemas del aeropuerto como se observa en la siguiente tabla, por lo tanto, no se considera como una solución al problema.

TABLA 1

SUBSISTEMA	CAPACIDAD	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Pistas calles de rodaje	52 op/hr	55 EB 60 EA	56 63	58 61	60 71	62 75	61 76	62 78
	200000 op/año	259011 269507	274413 294548	288822 317855	302354 338635	315099 360054	327138 379256	338538 397365
	Edificio de pasaj.	16.5 Mpas/año	17.64 18.44	18.87 20.42	20.03 22.30	21.13 24.08	22.19 25.79	23.20 27.42
Estacionamiento de automóviles	3050 lugares	2433 2482	2540 2618	2609 2792	2700 2886	2765 3009	2851 3126	2912 3205
Carga	250000 Ton/año	159112 162431	164516 178811	172485 190452	180068 203428	187298 215800	194205 227622	200819 238942
Plataforma	459500 m2.	353000 360500	360500 360500	360500 398000	383500 398000	390500 412500	390500 420000	398000 428000

EB. ESCENARIO BAJO EA=ESCENARIOALTO

La segunda opción en cambio, si representa una solución pero traería consigo repercusiones negativas, por lo tanto se toma como una alternativa de solución no desarrollar el AICM, sino proponer una extensión de éste, es decir apoyarse en un

aeropuerto complementario proponiéndose para ello el Aeropuerto Internacional de la Ciudad Toluca , Edo de México "Lic. Adolfo López Mateos".

El AICT en su corta historia ha presentado un comportamiento poco favorable de acuerdo a lo proyectado en sus inicios, esto debido a una mala planeación aunado a razones de tipo operativo, climáticas y de ubicación. Por lo anterior, básicamente se ha operado en éste con aviación general y a un ritmo muy inferior de su real capacidad.

La opción de aeropuerto complementario buscaría desahogar de alguna manera al AICM , solución que implicaría no modificar ni desarrollar ninguno de los subsistemas existentes.

Se toma este aeropuerto como complementario y se analiza en la presente tesis, aunque no con ello implique que sea éste la única opción de aeropuerto complementario.

Se proponen opciones de traslado de aviación comercial nacional o internacional hacia el AICT. Estas dos opciones representarían el desalojo de un 35% aproximadamente de operaciones horarias en el aeropuerto en horario diurno, porcentaje que representaría un alivio para todos los subsistemas del aeropuerto mejorando con ello la calidad del servicio y disminuyendo riesgos de operación.

La opción de trasladar aviación general hacia el AICT no se analiza, dado que no representa una solución al problema de saturación del AICM por lo mencionado ya en capítulos anteriores.

Se realiza primero la opción de traslado de aviación comercial nacional hacia el AICT arrojando los resultados que se muestran en la siguiente tabla

TABLA 2

SUBSISTEM A	CARACTERÍSTICA B	CAPACIDAD ACTUAL	CAPACIDAD NECESARIA	OBSERVACIONES
1. Pista	Pavimento concreto asfáltico. Long. 4200*45 m	30 op/hr	1994:25op/hr 1995:48op/hr 1996:38op/hr 1997:37op/hr 1998:38op/hr 2000:38op/hr	Capacidad necesaria arriba de capacidad actual. En caso de cierre de pista las operaciones se suspenderían en su totalidad. No tiene capacidad estructural para soportar la operación de aviones turbo reactores de cualquier tipo. Aviones como DC-10 no tiene longitud de pista suficiente

2. Plataforma	Pavimento concreto asfáltico. plataforma aviación comercial plataforma aviación gral y carga plat. aduana *	8 posiciones simultáneas. ó 5 posicion es. simultáneas, dependiendo de la combinación de aviones	1995:50+8	El diseño de plat. av. gral y aduana no esta diseñada para soportar cargas de aviones utilizados en av comercial.
3. Calles de Rodaje	2 rodajes: Alfa:236*23m Bravo:400*23m			La configuración de éstas no están ubicadas para brindar una gran capacidad horaria.
4. Edificio terminal	Superficie total: 1191m ² 24*49.6m	100 pas/hr	1995:1814p/h 1996:3048 1997:3164 1998:3276 1999:3348 2000:3411	No tiene capacidad suficiente El diseño no considera el adecua do procesamiento de los flujos de los usuarios. Se tiene escasez de zonas especí ficas de atención a los mismos.

* Para efectos de análisis se supuso utilizar toda la superficie de plataforma únicamente para aviación comercial.

El análisis de traslado de aviación comercial del AICM hacia el AICT contempla las modificaciones en infraestructura que se han realizado a la fecha y aquellas previstas en los próximos años. También se considera dar preferencia a las operaciones de aviación comercial sobre aviación general que se maneje en el AICT.

El traslado de la aviación comercial genera algunos efectos que se consideran negativos tanto al usuario como a la compañía aérea y al trabajador, ejemplo de ellos se tiene:

- Costo extras de traslados en pasajeros
- Costo adicional para la empresa para traslado de sus empleados
- Incrementos en el tiempo de traslado para ambos.
- La línea aérea no pudiese nivelar sus tarifas por pérdida de carga pagada debido a la altitud del aeropuerto
- El aumento en la capacidad de la infraestructura significaría nuevas inversiones que se verían reflejadas
- Impacto ecológico

Considerando lo anterior y de acuerdo a la tabla 2. el AICT no tiene capacidad para atender la demanda que se presente debido al traslado de aviación comercial del AICM, por lo tanto se deben de tomar acciones a corto y largo plazo que permitan una solución efectiva al problema de saturación que vive el AICM, la opción definitiva debe basarse en factores que convengan tanto al usuario como el aeropuerto para su buena operación como para las compañías aéreas.

El desarrollo de un nuevo aeropuerto en las cercanías de la ciudad permitiría la creación de un gran polo de desarrollo y la descentralización de la actividad aérea que se concentra en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

BIBLIOGRAFÍA

- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES. PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1980.**
- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES. PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1985.**
- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA ESTADISTICO AEROPORTUARIO 1991.**
- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA ESTADÍSTICO AEROPORTUARIO 1993.**
- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES, SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN. SISTEMA AEROPORTUARIO METROPOLITANO TERMINAL NO. 1 TOLUCA. 2/ABRIL/1991**
- **AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES. DISEÑO, DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TOLUCA, EDO DE MÉXICO 1993.**
- **ANASTASIO PEREZ PINEDA. RECONSTRUCCIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO. MEMORIAS CURSO DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA . DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM 1986.**

- **FREDERICK S. MERRIT. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL VOLUMEN III
MC GRAW HILL**

- **O.A.C.I. MANUAL DE PROYECTO DE AERÓDROMOS (DOC 9157-AN/901)
PARTE I PISTAS. MÉXICO 1984.**

- **O.A.C.I. MANUAL DE PLANIFICACIÓN GENERAL DE AEROPUERTOS.
(DOC 8796-AN/891), MÉXICO 1969 .**

- **O.A.C.I ANEXO 14. AL CONVENIO SOBRE LA AVIACIÓN CIVIL
INTERNACIONAL. AERODROMOS**

- **SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. PLAN MAESTRO
DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1986**

- **SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. DESARROLLO
MAXIMO DE LAS INSTALACIONES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL
DE LA CIUDAD DE MÉXICO. FEBRERO 1988.**