

37
291



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS DEL AEROPUERTO COMPLEMENTARIO
PARA LA CIUDAD DE MEXICO**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
D U R A N C A M P O S V I C T O R M A N U E L

DIRECTOR: ING. JOSE ARTURO REYNA GALINDO

DICIEMBRE DE 1997



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
60-1-117/96

Señor
VICTOR MANUEL DURAN CAMPOS
Presente.

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

"ANALISIS DEL AEROPUERTO COMPLEMENTARIO PARA LA CIUDAD DE MEXICO"

- I. ANALISIS Y DESCRIPCION DE UN AEROPUERTO
- II. EL AEROPUERTO DE LA CD. DE MEXICO AYER Y HOY
- III. ALTERNATIVAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA
- IV. SELECCION DE LA MEJOR PROPUESTA
- V. ESTRATEGIAS A SEGUIR
- VI. 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, 20 de septiembre de 1996.
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*jbr

Este trabajo esta dedicado a la memoria de mi hermana Rosalba

A mis padres por el apoyo que me han brindado todos estos años.

A mis hermanos por haberme soportado todo este tiempo.

Al Ing. Arturo Reyna por su ayuda en el desarrollo de esta tesis y por la amistad que me ha brindado.

A la Facultad de Ingeniería por haberme dado una educación de excelencia.

A Teresa, Laura, Raúl, David, Gabriel y Fernando por la amistad incondicional que me han brindado.

A Claudia por todos los momentos felices que he pasado junto a ella.

A Dan Marino por todos estos años de triunfos y alegrías y por haberme mostrado que el éxito sólo se alcanza con la ayuda de los demás.

INDICE

Introducción	2
---------------------	----------

CAPITULO I **Análisis y descripción de un aeropuerto**

1.1 Descripción de los sistemas que constituyen un aeropuerto.	7
1.1.1 Espacios aéreos	7
1.1.2 Pistas	11
1.1.3 Plataformas.	14
1.1.4 Calles de rodaje.	18
1.1.5 Edificio terminal.	20
1.1.6 Control de tráfico Aéreo	26
1.1.7 Zona de almacenamiento y abastecimiento de combustible.	28
1.2 Principales variables que Intervienen en el diseño de un aeropuerto	31
1.2.1 Estudio Socioeconómico.	31
1.2.2 Avión de diseño	33
1.2.3 Demanda.	39
1.2.4 Capacidad	41
1.2.5 Terrenos disponibles.	45
1.2.6 Vías de acceso.	47
1.2.7 Estudio ambiental	48

CAPITULO II

El Aeropuerto de la Cd. de México ayer y hoy.

2.1 Antecedentes del aeropuerto de la ciudad de México.	52
2.1.1 Capacidad al inicio de operaciones.	52
2.1.2 ampliaciones de la capacidad que se han realizado.	54
2.1.3 Horizonte del proyecto.	60
2.1.4 Inventario de instalaciones actuales.	61

2.2 Problemática actual	72
2.2.1 Demanda y capacidad actual	72
2.2.2 Capacidad actual	81
2.2.3 Principales problemas que se presentan en el aeropuerto.	84
2.2.4 Demanda futura.	85
2.2.5 El aeropuerto de la ciudad de México a nivel internacional.	94

CAPITULO III

Alternativas para resolver el problema

3.1 Alternativas que ya han sido rechazadas	96
3.1.1 Cuautla	97
3.1.2 Huejotzingo	97
3.1.3 Pachuca	98
3.1.4 Santa Lucia	98
3.1.5 Tlaxcala	98
3.1.6 Zumpango	98
3.2 Alternativas que involucran aeropuertos existentes.	99
3.2.1 Ampliación del aeropuerto internacional de la ciudad de México.	102
3.2.2 Ampliación del aeropuerto de Toluca.	124
3.3 Alternativas Que involucran la construcción de un nuevo aeropuerto	133
3.3.1 Proyecto Texcoco.	133
3.3.2 Proyecto Tizayuca.	152

CAPITULO IV

Selección de la mejor propuesta

4.1 Ampliación del Aeropuerto Internacional de la ciudad de México.	164
4.1.1 Análisis comparativo desde el punto de vista operativo	164
4.1.2 Análisis c omparativo desde el punto de vista urbano ecológico.	165

4.2 Ampliación del aeropuerto de Toluca.	173
4.2.1 Análisis comparativo desde el punto de vista operativo	173
4.2.2 Análisis comparativo desde el punto de vista urbano ecológico.	178
4.3 Proyecto Texcoco.	181
4.3.1 Análisis comparativo desde el punto de vista operativo	181
4.3.2 Análisis comparativo desde el punto de vista urbano ecológico.	182
4.4 Proyecto Tizayuca	188
4.4.1 Análisis comparativo desde el punto de vista operativo	188
4.4.2 Análisis comparativo desde el punto de vista urbano ecológico.	190
4.5 Selección de la mejor propuesta	194

CAPÍTULO V

Estrategias a seguir

5.1 Horizonte de proyecto.	200
5.2 Etapas de diseño y construcción.	201
5.3 Creación o modificación de las vías de acceso.	216
5.4 Comunicación entre el aeropuerto de la Cd. de México y el complementario.	219
5.5 Modificación de Las rutas aéreas.	220
5.6 Financiamiento.	221
5.7 Formas concesionamiento de aeropuerto.	226

CAPÍTULO VI

Conclusiones	227
Bibliografía	232

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas cuya solución se ha venido posponiendo por diversas razones, principalmente económicas durante los últimos periodos de gobierno, es el relacionado a la saturación de las instalaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM).

Por lo mismo, su desarrollo se ha llevado a cabo, durante mucho años sin seguir un plan definido, haciendo modificaciones y ampliaciones cuando la presión de la demanda ha obligado a efectuarlas, con resultados muy dudosos en cuanto a su eficiencia.

Es notable el incremento registrado en las últimas décadas en la demanda de servicios aéreos que se ha presentado en el Aeropuerto, la cual supera incluso el ritmo de crecimiento a nivel mundial. Por este motivo se considero la necesidad de ampliar, o bien de construir otro aeropuerto, en una nueva localización, con la capacidad requerida para el futuro.

Es importante hacer notar la importancia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México que por razón natural de servir a la ciudad de más importancia de la República y con mayor población mundial, maneja casi el 34% del movimiento aéreo del País y aunque su participación ha ido disminuyendo a medida que se amplía la red aeroportuaria, es evidente que continuará por mucho tiempo siendo el más importante de la República, e incluso de América Latina.

México es el país de América Latina con la más grande red aeroportuaria. Cuenta con 1726 aeródromos, 83 aeropuertos de servicio al público, 51 de los cuales son de vuelos nacionales e internacionales.

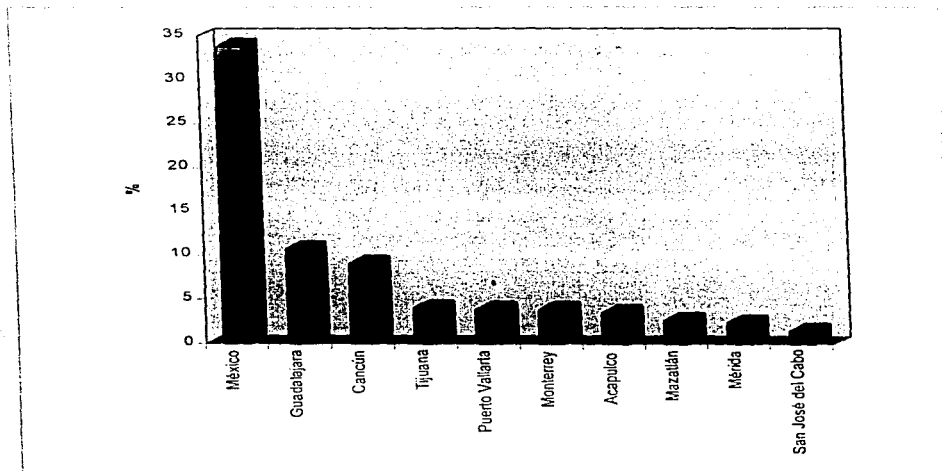
La infraestructura aeroportuaria en México tiene una gran cobertura geográfica. Sin embargo, más del 70% de la demanda de servicios aeroportuarios se concentran en siete aeropuertos (Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Tijuana, Cancun, Puerto Vallarta y Acapulco), reflejando que las actividades económicas del país se encuentran muy centralizadas. Los incrementos a la demanda aeroportuaria en los últimos años se han concentrado también en dichos aeropuertos, ocasionando, en el corto y mediano plazos, problemas de saturación que afectan tanto el servicio a los usuarios como la imagen nacional e internacional del sistema aeroportuario.

El orden de importancia de los aeropuertos en función del transporte de pasajeros es el que se muestra a continuación:

ORDEN DE IMPORTANCIA	AEROPUERTO	PASAJEROS (miles)	%
1	México	15,537	33.8
2	Guadalajara	4,924	10.7
3	Cancún	4,155	9.03
4	Tijuana	1,851	4.02
5	Puerto Vallarta	1,773	3.85
6	Monterrey	1,762	3.84
7	Acapulco	1,588	3.45
8	Mazatlán	1,205	2.62
9	Mérida	1,087	2.36
10	San José del Cabo	671	1.47

(Referencia 29)

En la siguiente figura se muestra gráficamente la demanda por aeropuerto:



Durante el desarrollo de esta tesis se ha apreciado la urgente necesidad de solucionar el problema de transporte aéreo en el Valle de México, que si bien en este momento por las condiciones económicas que vive el país desde hace tres años, la cual ocasionó que el transporte aéreo tuviera una disminución en sus operaciones, en un futuro cercano volverá a incrementarse. Por lo cual es necesario que desde hoy se tenga bien definida la forma en que se solucione este problema.

Si se considera además que el transporte aéreo es una de las bases esenciales para el desarrollo de los países, el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se convierte automáticamente en un elemento de trascendencia para el desarrollo nacional.

Aunque hoy en día las tasas de crecimiento de la demanda se han reducido con motivo de la situación económica y financiera de la nación. Las condiciones políticas y económicas que se han presentado en los últimos meses hacen suponer que en los próximos años se tendrá un crecimiento en la economía del país, esto a su vez causará que la demanda del transporte aéreo también tenga un incremento, el cual se espera que no sea como el que se tenía en las décadas pasadas, sino un crecimiento muy similar al de Norte América, aproximadamente del 2 a 3%.

Podría decirse que de haberse sostenido las tasas de crecimiento anteriores, hubiese sido necesario en la actualidad emprender acciones de modernización y ampliación con carácter urgente. El paréntesis que se estableció en este periodo permite ahora, con una situación no tan alarmante revisar con tranquilidad, las posibles opciones de solución al problema aeroportuario de la Ciudad de México. No por esto se deben seguir con las políticas y acciones que se realizaban en el pasado, si no que se debe aprovechar este tiempo para encontrar una solución definitiva.

Las soluciones que se planten deben tener el objetivo diseñar instalaciones que brinden un servicio dentro de estándares internacionales, por lo que es necesario que las instalaciones que se modernicen o construyan deben mantener o mejorar los niveles de seguridad, aumentar la eficacia y calidad de los servicios aeroportuarios complementarios y comerciales.

La necesidad de realizar lo más pronto posible alguna de las soluciones propuestas, radica en la importancia que tiene evitar la saturación de las instalaciones. Al estar saturadas las instalaciones además de que no se puede atender toda la demanda, se producen retardos de los vuelos, los cuales reducen la eficiencia y ocasionan altos costos a las aerolíneas y operadores del aeropuerto.

En Europa los problemas de retardos en 1991 llegaron a presentarse en el 30% de los vuelos totales, tendiendo una pérdida de tiempo promedio de 23 minutos. Desde entonces se han tomado las acciones para reducir este problema el cual en la actualidad se ha reducido al el 11% de las operaciones totales y con una pérdida de tiempo promedio de 16 minutos. Esta disminución de retardos no ha sido por el incremento de las instalaciones aeroportuarias, sino por la modernización de los sistemas de control de operaciones y una mejor planeación de los vuelos.

En Estados Unidos la IATA (International Association Transport of USA), estimó que el porcentaje de retardos de enero a septiembre de 1993 fue de 8.4 minutos por vuelo. Lo cual representa un porcentaje anual de 3,200 horas por aeronave, esto equivale a usar cerca de 200 aeronaves por año completamente vacías.

La saturación ocasiona altos costos a la industria aérea. En 1990 estudios realizados por los consultores americanos mostraron que en Europa el costo anual causado por de los retardos fue de 5 billones de dólares. En Estados Unidos no se tiene una cifra exacta pero se estima que las aerolíneas perdieron más de 3 billones de dólares por año. Similares pérdidas se presentan en región Asia Pacifico. Estas estimaciones no incluyen las pérdidas en los sectores comercial y industria que utilizan el transporte, los cuales sufrieron pérdidas debido al incremento de las tarifas aéreas, que tuvo que darse para cubrir los gastos ocasionados por un mal funcionamiento de los sistemas aeroportuarios.

El beneficio económico producido por el transporte aéreo sólo puede realizarse si la industria aeronáutica es capaz de reunir los elementos necesarios para atender la demanda de servicios de una manera segura y económica, esto se logra evitando los problemas que se originan por la saturación de las instalaciones.

Para minimizar los problemas de saturación es necesario realizar inversiones en la infraestructura aeroportuaria, de tal forma que se tengan instalaciones que garanticen el óptimo funcionamiento de los aeropuertos en la actualidad y en el futuro.

Estas inversiones pueden provenir del sector público, las cuales pueden ser de carácter federal, estatal o municipal. También se pueden tener inversiones provenientes del sector privado, por medio del concesionamiento de ciertas instalaciones aeroportuarias.

El monto de las instalaciones aunque va ser muy alto, por ejemplo la OACI estima que el costo de los proyectos de modernización de la infraestructura a nivel mundial será de 250 a 350 billones de dólares en el periodo de 1991-2010. Pero si el proyecto no es realizado, el resultado de esta inactividad influiría directamente en el crecimiento económico global de la zona de influencia del aeropuerto.

Esta tesis tiene el objetivo de analizar todas las propuestas de solución que se han planteado, desde los puntos de vista de impacto ambiental, social, económico y técnico, al final del análisis daremos nuestras recomendaciones de cual a nuestro juicio es la mejor opción, dando además las posibles acciones que se pueden realizar para mitigar los efectos negativos que puede provocar el aeropuerto en la zona que lo rodea.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN UN AEROPUERTO



OBJETIVOS

El presente capítulo tiene el fin brindar los conocimientos básicos que debe tener una persona que este interesada en el análisis de un aeropuerto. Para poder hacer este análisis la persona debe conocer perfectamente los sistemas que componen el aeropuerto, así como las principales variables externas que afectan el funcionamiento del mismo. Por lo anterior la estructuración en que se planteo el capítulo comienza con la descripción de los sistemas desde un punto de vista técnico. Más adelante se describen todos los aspectos socioeconómicos y ambientales que tienen una relación directa con los aeropuertos.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS QUE CONSTITUYEN UN AEROPUERTO.

Al aeropuerto lo podemos definir como el conjunto de sistemas que nos permiten realizar la liga entre el transporte terrestre y el aéreo. Los sistemas los podemos clasificar de la siguiente manera:

- ◆ Espacio aéreo
- ◆ Pistas
- ◆ Calles de rodaje
- ◆ Plataformas
- ◆ Edificio de pasajeros
- ◆ Caminos de acceso

En los temas siguientes del capítulo se describirán en forma detallada cada uno de estos sistemas.

1.1.1 ESPACIOS AÉREOS.

El anexo 14 del convenio de Chicago de la Organización de Aeronáutica Civil Internacional (OACI) en su capítulo cuarto define a los espacios aéreos como las áreas que han de quedar libres de obstrucciones en la proximidad de un aeropuerto, este espacio debe mantenerse protegido para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de las aeronaves.

Los principales factores que afectan las dimensiones de los espacios aéreos son:

La longitud del campo de referencia. Es la longitud la pista que se necesita para que un avión despegue o aterrice con un peso máximo a nivel del mar y en condiciones estándar de temperatura y presión.

La geometría del avión. En lo referente a la envergadura y el ancho entre ruedas exteriores del tren de aterrizaje del avión.

Los dos elementos anteriores nos permiten clasificar los aeródromos. La clasificación que se realiza utiliza claves las cuales están compuestas de letras y números. Las letras se relacionan con la longitud del campo de referencia de la pista y los números se relacionan con el tipo de tren de aterrizaje y el ancho entre ruedas exteriores del tren de aterrizaje del avión crítico de diseño.

En las siguientes tablas se muestra los diferentes aeródromos que existen:

a) En función de La longitud del campo de referencia

Número de clave	L
1	$L < 800 \text{ m}$
2	$800 \leq L \leq 1200$
3	$1200 \leq L \leq 1800$
4	$L \geq 1800$

(Referencia 13)

B) En función La geometría del avión

Letra de Clave	Envergadura	Ancho exterior entre ruedas
	[m]	[m]
A	$E < 15$	$a < 4.5$
B	$15 \leq E < 24$	$4.5 \leq a < 6$
C	$24 \leq E < 36$	$6 \leq a < 9$
D	$36 \leq E < 52$	$9 \leq a < 14$
E	$52 \leq E \leq 65$	$9 \leq a < 14$

(Referencia 13)

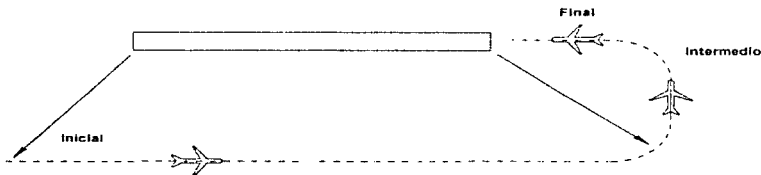
Para el diseño de los espacios aéreos se deben tomar en cuenta las maniobras que realizan las aeronaves, las cuales son:

Aproximación previa al aterrizaje las cuales se pueden dividir en aproximación circulando y directa.

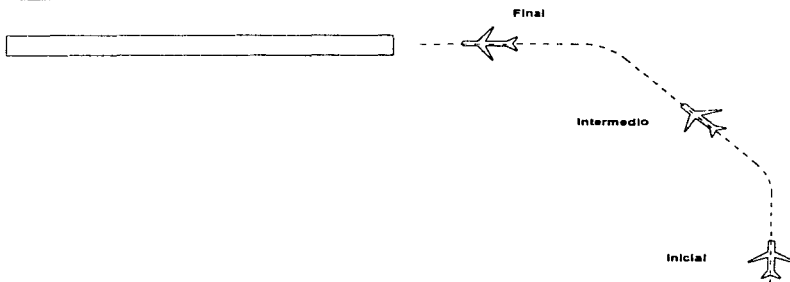
Aproximación fallida cuando se tiene un abandono de aterrizaje

Ascenso posterior al despegue

La aproximación previa la podemos definir, como la maniobra que realiza la aeronave cuando va aterrizar, estas maniobras dependen de la geometría del avión y las rutas de vuelo, los cuales nos indicarán si la aproximación se realizara en forma directa o mediante una aproximación en la cual se tendrá que realizar un giro del avión antes de aterrizar (aproximación circulando).

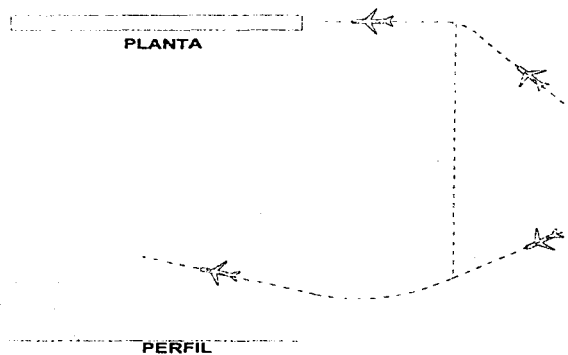


(Referencia 13)



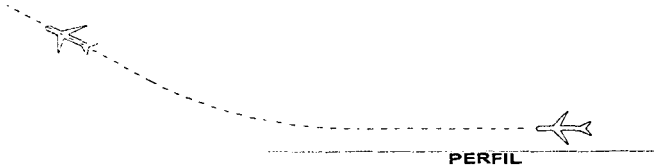
(Referencia 13)

La aproximación fallida ocurre cuando no se tienen las condiciones mínimas para poder aterrizar y el avión debe abortar el aterrizaje. Este tipo de aproximación ocasionará que el avión se desvíe de su ruta normal, lo que origina que se tengan nuevos espacios aéreos que proteger.



(Referencia 13)

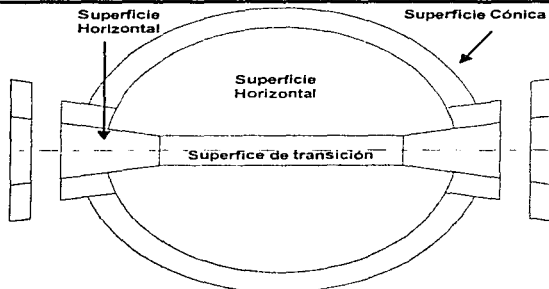
La maniobra de ascenso comienza cuando el avión termina su despegue y comienza su vuelo.



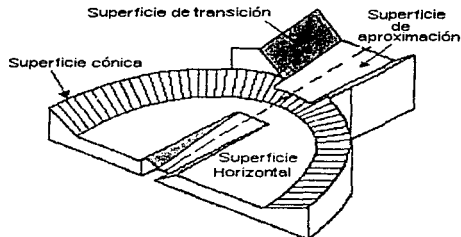
(Referencia 13)

Con el fin de evitar que el espacio aéreo pueda quedar inutilizado por la ubicación de obstáculos a sus alrededores, éste se ha delimitado con superficies imaginarias. Estas superficies son:

- ◆ **Superficie horizontal interna.** Tiene forma de un cilindro cuyo centro, radio y altura se miden a partir de un punto de referencia localizado dentro del eje de la pista.
- ◆ **Superficie cónica.** Protege el espacio aéreo para las aproximaciones circulando, es una superficie con una pendiente que se extiende hacia afuera, limitada por un borde inferior que coincide con la superficie horizontal interna y un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie anterior.
- ◆ **Superficie de aproximación.** Es un plano inclinado de forma trapezoidal limitado por un borde interior localizado a una determinada distancia del umbral y perpendicular al eje de la pista y por 2 lados divergentes, esta superficie se compone de 3 segmentos, el último es un plano horizontal.
- ◆ **Superficie de aproximación interna.** Es un plano inclinado limitado por un borde interior localizado a una determinada distancia del umbral y perpendicular al eje de la pista y por 2 lados divergentes, en pocas palabras es igual al anterior pero de dimensiones menores y mayores requisitos.
- ◆ **Superficie de transición.** Se extiende a partir de las franjas de seguridad hasta la intersección de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna.
- ◆ **Superficie de aterrizaje interrumpido.** Es un plano inclinado situado a una distancia específica después del umbral, protege las maniobras de aproximación fallida.
- ◆ **Superficie de ascenso en el despegue.** Es un plano inclinado cuyo borde interior principia más allá del extremo final de la pista o en el extremo de la zona libre de obstáculos.



(Referencia 13)



(Referencia 13)

Las superficies que se mencionaron no son las únicas que existen, pero son las más importantes para el diseño de los espacios aéreos.

Las dimensiones de las superficies están sujetas a las normas dictadas por la Organización Civil Internacional (OACI) y por la Agencia Federal para la Aviación (FAA) tales como: de aproximación, horizontal interna y cónica.

1.1.2 PISTAS

Las pistas son las zonas del aeropuerto que permiten los despegues y aterrizajes de los aviones. Los parámetros fundamentales a determinar son:

- a) Longitudes transversales y longitudinales
- b) Orientación que debe tener
- c) Número de pistas que deben existir en el aeropuerto
- d) Tipo y espesores de pavimentos

La condición crítica para el diseño de pistas es en el proceso de despegue debido a que el avión va cargado con su peso máximo, lo que produce las mayores longitudes de pista y los mayores esfuerzos en el pavimento.

a) Las longitudes transversales y longitudinales

Los factores que influyen en la determinación de estas longitudes son las siguientes:

1) **Avión de diseño**- Del cual nos interesa principalmente sus dimensiones geométricas, los pesos a los cuales va a despegar y aterrizar, y las velocidades de operación.

2) **Condiciones climatológicas en la zona cercana al aeropuerto**- Los factores climatológicos más importantes son la temperatura la cual afecta la densidad del aire y con esto la sustentación del avión, a mayor temperatura menor densidad y menos sustentación.

3) **Dirección del viento**, nos interesa la intensidad y dirección, el tiempo se debe buscar que el viento de frente con lo cual la pista es menor. Las pistas se deben diseñar de manera que permitan que los aviones tengan la mayor parte del tiempo, en condiciones normales de viento. La pista principal de un aeropuerto se debe orientar en dirección del viento predominante, observando que las zonas de aproximación y despegue se encuentren libres de obstáculos.

4) **Altitud del aeropuerto**- La cual afecta en la densidad del aire y por tanto a la presión barométrica, mismas que disminuyen a medida que aumenta la altitud, esto ocasiona una disminución de la sustentación y una reducción de potencia en los motores. Por lo anterior se necesita más tiempo para alcanzar la velocidad necesaria para poder despegar, y por lo tanto la longitud de la pista aumenta.

5) **Estado de la superficie de la pista**- Si la superficie de la pista esta alterada por contaminantes la longitud aumenta. En el diseño de la pista se debe analizar si la pista estará constantemente bajo la influencia de contaminantes, por ejemplo agua, nieve, nieve pastosa, hielo, etc.

b) Orientación

Esta en función de dos factores:

- 1) **Los estudios de vientos** que se realizan en la zona, los cuales nos indicarán las direcciones e intensidad así como frecuencia.
- 2) **Espacios aéreos** La topografía que tengan las áreas cercanas al aeropuerto puede ocasionar que una orientación que era apropiada en el estudio de viento, no se pueda operar debido a la orografía.

c) Número de pistas que deben existir en el aeropuerto

El número de pistas esta en función de dos factores:

- 1) **Los estudios de vientos**, el cual nos indicará el número mínimo de orientaciones que se deben tener.
- 2) **La demanda**, El número de operaciones en un aeropuerto crece y esto hace que el sistema solo puede atender un número limitado de operaciones, y esto a su vez ocasiona que se deban construir nuevas pistas.

d) El tipo y espesores de pavimentos

Se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten adecuadamente distribuidas a las capas inferiores que proporcionan la superficie de rodamiento en donde se debe tener una operación rápida y cómoda.

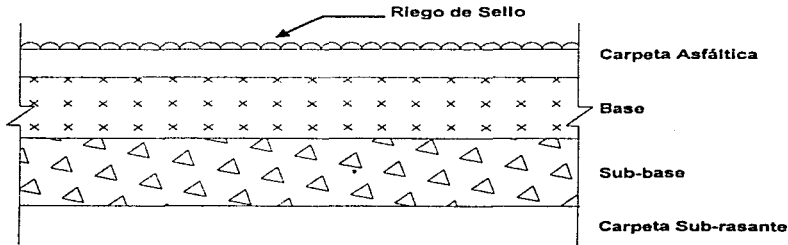
El tipo y espesores de pavimentos están en función de:

- ♦ **Los costos de construcción, operación y mantenimiento.** Nos llevarán a la decisión de diseñar la pista con alguno de los dos tipos de pavimento que se tienen. Para la elección de los pavimentos se comparan los costos de construcción, operación, mantenimiento y factores técnicos, y el que nos el costo más bajo será el que se seleccione.
- ♦ **Avión de diseño que se tenga.** Afectará de acuerdo a su peso y el número de ruedas que tenga.
- ♦ **Demanda** El aumento de la demanda del transporte aéreo provoca que el número de operaciones se incremente, y esto provoca que el pavimento sufra un desgaste mayor debido al aumento de frecuencia de operaciones que se tuvo.

Existen 2 tipos de pavimento que se podemos utilizar en la construcción de los elementos de un aeropuerto, los flexibles y los rígidos.

PAVIMENTOS FLEXIBLES

En los pavimentos flexibles la superficie de rodamiento es proporcionada por una carpeta asfáltica y la distribución de las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores, se hace por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales, y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores, sin que se rompa su estructura. Las capas que forman un pavimento flexible son: Carpeta asfáltica, base y sub-base, las cuales se construyen sobre la capa sub-rasante.

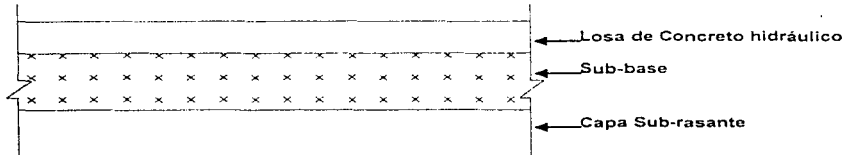


Capas que forman en general un pavimento flexible .(Referencia 25)

PAVIMENTOS RÍGIDOS

En los pavimentos rígidos la superficie de rodamiento es proporcionada por las losas de concreto hidráulico que distribuyen las cargas de los vehículos, hacia las capas inferiores, por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en forma conjunta con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a deformaciones de las capas inferiores sin que presente la falla estructural, aunque en teoría las losas de concreto hidráulico pudieran colocarse en forma directa sobre la sub-rasante, es necesario la construcción de una capa sub-base para evitar que los finos sean bombeados

Hacia la superficie de rodamiento al paso de los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa; la sección transversal de un pavimento rígido está formada por la losa de concreto hidráulico y la sub-base que se construyen sobre la capa sub-rasante.



(Referencia 25)

DIFERENCIAS ENTRE PAVIMENTOS PARA CARRETERA Y AEROPUERTOS

Proyectar el pavimento de una carretera no es lo mismo que proyectar el de un aeropuerto, pues existen algunas variantes debido a lo siguiente:

- ◆ Las cargas máximas de los aviones son hasta diez veces mayores que las cargas máximas de los vehículos que operan en carretera
- ◆ El número de vehículos que operan en carreteras puede ser del orden de 8000 por día, mientras que para aeropuertos llegan hasta 200,000 en toda su vida útil.
- ◆ La variabilidad de la posición de los vehículos en carreteras mucho menor que la que se tiene en las pistas de un aeropuerto, por lo que una pasada de un vehículo en las carreteras se considera con un cubrimiento en el ancho del carril, mientras que para el aeropuerto, varias operaciones de los aviones se consideran como un cubrimiento al ancho de la pista.
- ◆ Mientras que en carreteras se puede tener una misma estructuración del pavimento por varios kilómetros, en aeropuertos, las plataformas, las calles de rodaje y las pistas pueden tener diferente estructuración.

1.1.3 PLATAFORMAS.

Las plataformas son las áreas destinadas a recibir a los aviones para los fines de embarque y desembarque de pasajeros, correo, carga, abastecimiento de combustible, mantenimiento y pernocta. El principal aspecto que debe tomarse en cuenta para el diseño de una plataforma son los modos de estacionamiento que van a tener los aviones, los tipos de aviones con que se cuenta y número de aviones que van a ser servidos por el aeropuerto.

El área requerida para cada plataforma depende de varios factores, estos son:

- a) Dimensión y características de maniobrabilidad de los aviones
- b) Volumen de tránsito
- c) Márgenes de separación
- d) Tipo de entrada y salida de la plataforma

Con respecto al modo de estacionamiento existen tres formas en que se puede tener este:

Estacionamiento en ángulo con respecto al edificio terminal.

Estacionamiento perpendicular edificio terminal.

Estacionamiento paralelo al edificio terminal.

Para este tipo de estacionamiento existen dos formas de estacionarse con el avión con la nariz hacia adentro o con la nariz hacia afuera.

Los tipos de plataforma que existen de acuerdo a su función son los siguientes:

Plataforma de aviación comercial. La cual esta diseñada para que los aviones se estacionen junto o lo más cercano posible a los edificios de pasajeros. En ella se realizan el embarque y desembarque de pasajero, carga correo y equipaje y reabastecimiento de combustible.

Plataforma de aviación general. Recibe los aviones de la aviación general, los cuales son los utilizados para vuelos de negocios o de carácter personales.

Plataforma de carga. Esta diseñada solamente para el embarque y desembarque de carga y correo.

Plataforma de pernocta. Es la plataforma destinada para que las aeronaves que tienen que permanecer en tierra durante varias horas diurnas o nocturnas.

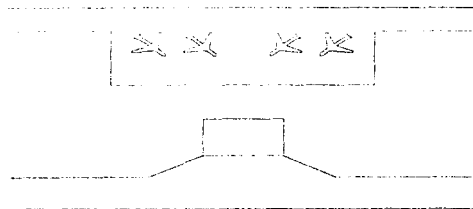
Plataforma de mantenimiento. Área destinada para dar servicio y reparación a las naves que así lo requieran.

Plataformas para la aviación militar. Zona designada para el uso de aeronaves pertenecientes a las fuerzas militares del país.

CONEXIÓN DE LA PLATAFORMA Y EL EDIFICIO TERMINAL

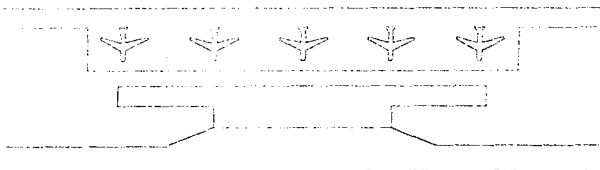
El diseño de la plataforma esta relacionado directamente con el edificio terminal. En esta parte se presentan varios conceptos que se reproducen , describiéndose brevemente las características de cada uno, desde el punto de vista de la plataforma.

a) Simple. Se ha de aplicar a los aeropuertos de bajo volumen de tráfico. Las aeronaves se estacionan normalmente en ángulo, con la proa hacia adentro o hacia afuera, entrando y saliendo por sus propios medios de impulsión. La plataforma puede ampliarse gradualmente, de acuerdo con la demanda, sin causar muchos inconvenientes en las operaciones del aeropuerto.



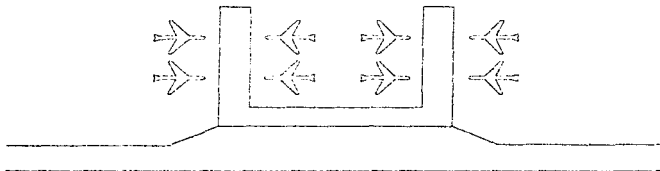
(Referencia 13)

b) Lineal. En este tipo de concepto las aeronaves pueden estacionarse en forma angular o paralela. Con todo, la forma con proa hacia adentro en ángulo recto con distancia mínima entre el borde de la plataforma y el edificio, resulta más común dentro de este concepto para una utilización más eficaz del espacio de la plataforma y para el movimiento de la aeronave y de los pasajeros.



(Referencia 13)

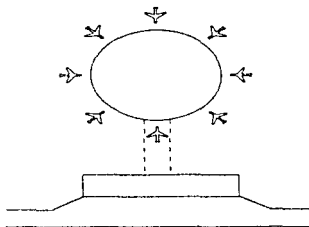
c) Muelle. Las aeronaves pueden estacionarse en los puestos de embarque a ambos lados del muelle, sea en ángulo, en paralelo o perpendiculares (nariz hacia adentro en ángulo recto).



(Referencia 13)

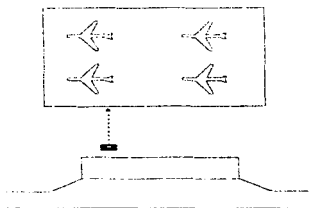
d) Satélite. Consiste en una unidad aislada rodeada por puestos de embarque de aeronaves separadas del edificio. El acceso de los pasajeros a una unidad satélite a partir del edificio se realiza normalmente por vía subterránea o mediante un corredor elevado, con el propósito de aprovechar mejor el espacio de la plataforma. Según la forma de la unidad satélite, las aeronaves se estacionan en forma radial, paralela o siguiendo otras configuraciones alrededor del satélite.

Cuando las aeronaves se estacionan en sentido radial , lo que es frecuente. Las operaciones de empuje son fáciles aunque requiere mayor espacio de la plataforma.



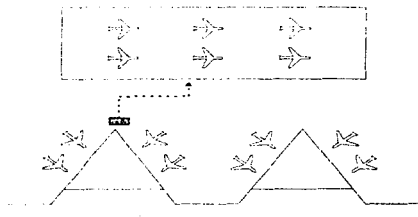
(Referencia 13)

e) Plataforma abierta o de transporte. Esta plataforma se refiere al desplazamiento de las plataformas para las aeronaves en la proximidad de las pistas y lejos de las demás estructuras. Este procedimiento depararía ventajas para las aeronaves, por ejemplo menor distancia total de rodaje, maniobras sencillas, gran flexibilidad y posibilidad de expansión de las plataformas, sin embargo, como requiere el transporte de pasajeros, equipajes y cargas a distancias relativamente mayores (empleando salones rodantes, autobuses y carros) a partir del edificio, puede crear mayores costos y problemas de congestión de tránsito en la parte aeronáutica.



(Referencia 13)

f) Concepto mixto.- En este se combinan algunos de los conceptos mencionados anteriormente. es muy frecuente combinar el concepto de transporte con cualquiera de los otros, con el objeto de resolver el problema del tráfico de punta. Los puestos de aeronaves empleados a cierta distancia del edificio se designan frecuentemente como plataformas o puestos remotos.



(Referencia 13)

1.1.4 CALLES DE RODAJE.

Las calles de rodaje son las vías dentro del aeropuerto, que comunican las pistas con las plataformas.

Las calles de rodaje deberán tener capacidad suficiente para acomodar el volumen de tráfico de llegadas y salidas de los aviones que sea posible atender en las pistas. En el caso extremo de que se produzca una saturación en la capacidad de las pistas, el sistema de calles de rodaje deberá permitir que los aviones salgan de estas tan pronto como sea posible después de que hayan aterrizado y entrar en ellas poco antes de efectuar el despegue.

Dado que las velocidades de los aviones en las calles de rodaje son considerablemente menores que en las pistas, los criterios en cuanto a sus dimensiones no son tan estrictos, como en el caso de las pistas.

Al diseñar las calles de rodaje se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ◆ Las calles de rodaje deben conectar los diversos elementos del aeropuerto utilizando las distancias más cortas, reduciendo al mínimo el tiempo de rodaje de los aviones y sus costos. Un prologado tiempo de rodaje tendría como consecuencia un aumento en el consumo de combustible y un mayor desgaste del avión. Además, las distancias extremadamente largas podrían llegar a causar un incremento de la temperatura de los neumáticos y frenos hasta un nivel peligroso.
- ◆ Debe evitarse que crucen las pistas u otras calles de rodaje, siempre que sea posible, en interés de la seguridad y para reducir la posibilidad de que ocurran demoras importantes en el rodaje.
- ◆ Deben analizarse los movimientos de aviones en los tramos de las calles de rodaje respecto a cada configuración en la que se utilizara la pista o pistas.
- ◆ Las calles de rodaje deben proyectarse de tal forma de poder prevenir el incremento de estas cuando el volumen de operaciones así lo requiera.

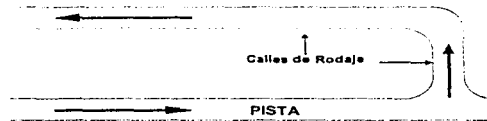
Un sistema de calles de rodaje sólo funcionará con tanta eficiencia como la de su componente más adecuado. Por lo tanto, en la etapa de planificación, se deberán localizar y eliminar los posibles obstáculos.

Los tipos de calles de rodaje que existen son de acuerdo a su función:

1. Calles de rodaje de entrada
2. Calles de rodaje de salida

Calles de rodaje de entrada.

Las calles de rodaje de entrada conectan a la plataforma con las cabeceras de las pistas. Este tipo de calles son las más críticas para el diseño del pavimento, por que el avión va con el peso máximo por lo que los esfuerzos en los pavimentos son muy grandes. Por lo general una sola entrada en cada extremo de la pista es suficiente para atender los despegues, pero si el volumen de tráfico lo justifica, deben considerarse la utilización de desviaciones y apartaderos de espera.

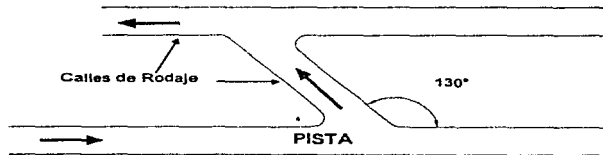


(Referencia 13)

Calles de rodaje de salida.

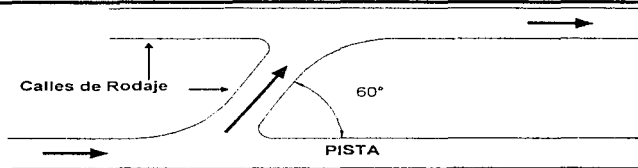
Las calles de rodaje de salida se pueden clasificar en función de la velocidad de salida:

Calles de salida de ángulo recto (ángulos entre 90° - 130°) El avión tendrá que desacelerar a velocidades muy bajas antes que pueda efectuar el viraje de salida de la pista.



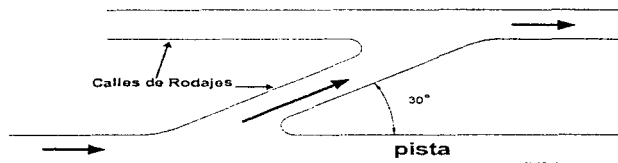
(Referencia 13)

Calles de salida anguladas (ángulos entre 40° - 60°) Los aviones podrán salir de la pista a altas velocidades (40 mph), reduciéndose así el tiempo de ocupación de la pista y aumentando la capacidad de la misma



(Referencia 13)

Calles de salida de alta velocidad (ángulos entre 20°-30°) Los aviones abandonan la pista con velocidades cercanas a 60 mph.



(Referencia 13)

Las calles de rodaje no deben ser más de 6 por pista, lo ideal es 3 o 4. Además de que se pueden combinar los diferentes tipos de calles de rodaje de salida que existen. El principal problema para diseñar es la colocación que van a tener en la pista.

La función de las calles de rodaje de salida es reducir al mínimo el tiempo de ocupación de la pista de los aviones que aterrizan en la pista. La colocación y número óptimo de las calles de salida se determina agrupando a los aviones en un número limitado de clases, basándose en la velocidad de aterrizaje y la desaceleración desde el punto de toque de ruedas.

Es importante que haya una distancia en línea recta después de la curva de salida, para que el avión que salga se detenga en un punto despejado sin obstruir ninguna calle ni pista de intersección.

1.1.5 EDIFICIO TERMINAL.

El edificio terminal tiene como función el traslado de los pasajeros desde el transporte terrestre o marítimo hasta el punto de embarque a la aeronave y viceversa, así como el traslado de los pasajeros de un avión a otro cuando se trate de vuelos de tengan escalas (de tránsito).

El edificio terminal es uno de los sistemas que se deben diseñar con más cuidado, puesto que es el lugar donde los pasajeros van a estar casi todo el tiempo, y la imagen que se le dé al aeropuerto está en función de la imagen que tenga el edificio. Además de que será la fuente de ingresos para el aeropuerto, estos ingresos pueden ser por rentas de espacios a compañías de aviación y concesiones a particulares. El edificio debe diseñarse en conjunto con el de las plataformas puesto que dependiendo de su longitud podrá verse que tipo de plataforma se va a utilizar.

Para fines de planeación, el edificio terminal se tendría que situar lo más cercano posible de las pistas, sin bloquear sus desarrollos, con el fin de que las actividades aeronáuticas resulten menos costosas al reducir la distancia de rodaje y el consumo de combustible de las aeronaves. También es necesario prever facilidades para que los pasajeros entren o salgan de los vehículos de transporte terrestre.

Otro aspecto importante al planear el edificio de pasajeros, es el prever todos los servicios para los pasajeros a un costo óptimo, sin dejar la posibilidad de expansión y costo de futuras ampliaciones en dicho edificio, o de pistas y calles de rodaje.

Los edificios por su funcionamiento se pueden dividir en edificios de:

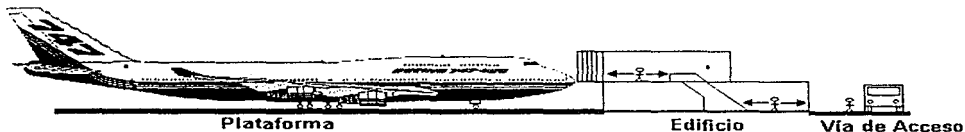
- Un nivel
- Uno y medio niveles
- Dos niveles

Los edificios de un nivel son aquellos en que todas las operaciones de pasajeros y de carga se llevan a cabo en el primer nivel del edificio.



(Referencia 13)

Los edificios de uno y medio niveles son aquellos en que las operaciones de entrada y salida al aeropuerto se llevan a cabo por el nivel que da a las vías de acceso, y las operaciones de abordar y salir del avión se llevan a cabo en dos niveles.



(Referencia 13)

Los edificios de dos niveles son aquellos en que todas las operaciones de pasajeros y de carga se llevan a cabo en dos niveles.



El edificio de pasajeros se compone de tres partes principales que son:

- 1) Conexión entre el edificio y los caminos de acceso.
- 2) Tramitación de los pasajeros y su equipaje.
- 3) Conexión entre el edificio y las aeronaves.

1) Conexión entre el edificio y los caminos de acceso. Es la zona que nos permite la entrada o salida de los pasajeros, y en la cual se enlazan los medios de transporte aéreo y terrestre, las actividades que se realizan en esta zona son; circulación, estacionamiento, subidas y bajadas de pasajeros y equipaje en la acera del edificio.

Las instalaciones necesarias para la conexión entre el edificio y los caminos de acceso son las siguientes:

- a) Aceras en las llegadas y salida para la subida y bajada de los pasajeros que utilizan el automóvil y autobús exclusivo como modo de acceso al aeropuerto.
- b) Conexiones suficientes con los diferentes estacionamientos de automóviles situados en el aeropuerto.
- c) Instalaciones suficientes y desembarque de pasajeros que utilizan transportes colectivos de acceso al aeropuerto

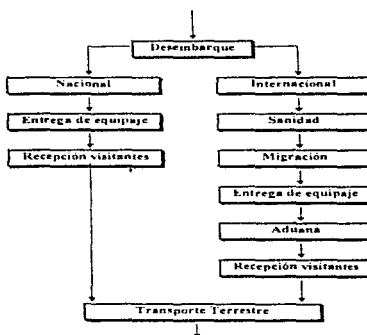
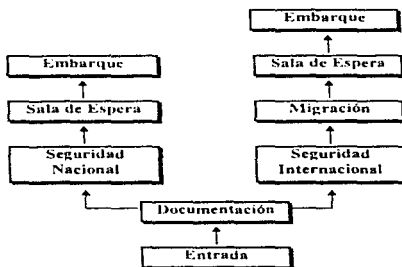
2) Tramitación de los pasajeros y su equipaje. En esta parte el viajero realiza los tramites necesarios para iniciar o acabar un vuelo. Las actividades principales que tiene lugar aquí son: La recepción de boletos, la facturación de su equipaje, recogida de equipaje y control. Con el objeto de atender a las principales actividades, deben de preverse las instalaciones siguientes:

- a) Mostradores para la expedición de boletos y facturación de equipajes por las compañías aéreas.
- b) Mostradores para actividades de control tales como: seguridad, aduanas, sanidad e inmigración.
- c) Instalaciones para la recolección de equipajes.
- d) Espacio suficiente para la circulación de los pasajeros y manejo del equipaje.
- e) Salas de espera y descanso.
- f) Esparcimiento, incluyendo sanitarios, teléfonos públicos, correos y reservación de hoteles.
- g) Indicadores de los vuelos regulares y otros anuncios relacionados con estos.
- h) Concesiones incluyendo puestos de periódicos, tiendas, bancos, alquiler de autos, seguros y tiendas libres de impuestos (en los aeropuertos internacionales).
- i) Instalaciones para los visitantes.

3) Conexión entre el edificio y las aeronaves. Las actividades que tienen lugar en esta componente son: traslado del edificio al avión o del avión al edificio de los pasajeros y equipaje. las instalaciones necesarias son las siguientes:

- a) Espacio para reunir a los pasajeros ante las puertas de salida hacia el avión.
- b) Medios de transporte, incluyendo escaleras mecánicas, autobuses o cualquiera otro medio que pueda ser utilizado.
- c) Instalaciones de embarque, incluyendo pasarelas telescópicas, puente de proa y escaleras.
- d) Instalaciones para carga y descarga de mercancías.
- e) Medios de transporte para pasajeros en tránsito, incluyendo corredores y zonas de espera.

Las zonas de los edificios que se pueden identificar son las zona Nacional y la zona internacional. Las dos zonas tienen sus características especiales en cuanto a servicios y a los tramites que se deben realizar, estos tramites a su vez son diferentes dependiendo si se trata de un pasajero que llegada o si es de salida. En los siguientes diagramas se muestran las diferencias que se tienen, en el tipo de viajero y tipo de operación.



(Referencia 13)

Por otra parte, con respecto a los ingresos económicos el edificio se divide en las zonas:

Rentables

No rentables

Las zonas rentables son aquellas en las que se tienen ingresos debido al cobro de rentas a compañías de aviación (rentas aeronáuticas) y las rentas cobradas por concesiones a particulares (rentas no aeronáuticas), estas rentas pueden ser cobradas por ocupar espacio dentro y fuera del edificio (las zonas que rodean al edificio pagan renta al aeropuerto por ocupar el espacio, el cual es propiedad del aeropuerto, aunque no funciona para las operaciones aéreas)

Las zonas no rentables son aquellas zonas que nos sirven para la operación, mantenimiento y administración del aeropuerto, así como las zonas de servicios básicos como baños y salas de espera.

La proporción ideal para que se tengan ingresos aceptables, sin afectar la comodidad de los pasajeros y visitantes al aeropuerto es de aproximadamente:

Área rentable 55 %

Área no rentable 45 %

Las dimensiones geométricas del edificio de pasajeros, las podemos obtener con los resultados de pasajeros horarios desglosados, conociendo estos datos se pueden calcular aproximadamente las superficies requeridas para cada elemento del aeropuerto.

Para conocer los pasajeros horarios desglosados necesitamos conocer:

- 1) El volumen de tráfico anualizado da cada aeropuerto
- 2) Los Indicadores de superficie para pasajeros de llegada, de salida y combinados

Para los pasajeros combinados por tipo de aviación, así como para los totales parciales y totales, las superficies reportadas se incrementan ligeramente, considerando además de las áreas requeridas para el procesamiento de los pasajeros en sí, las requeridas para vestíbulos y circulación generales.

CRITERIOS DE DISEÑO

Al desarrollar los criterios para proyectar una terminal de pasajeros, es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos de usuarios para los cuales se proyecta. Estos usuarios son: Los pasajeros, visitantes, compañías aéreas, funcionarios del aeropuerto y concesionarios. Debido a ello, al proyectar, se da cabida a diferentes objetivos y consecuentemente diferentes criterios, que dependen de los diferentes usuarios. Los objetivos que se deben perseguir son:

Para los pasajeros:

- 1) Minimizar el retraso en el tratamiento de los pasajeros y equipajes
- 2) Minimizar las distancias a recorrer.
- 3) Protección contra la intemperie.

Para las líneas aéreas:

- 1) Minimizar los costos de operación por pasajero.
 - 2) Obtener la mayor capacidad por capital invertido.
 - 3) Minimizar las demoras tanto en las operaciones con los pasajeros como en los aviones.
-
-

Se utilizan dos conjuntos de criterios:

Los criterios generales se utilizan para la evaluación de proyectos preliminares y tienen la finalidad de seleccionar la mejor alternativa de solución.

Los criterios generales más importantes para la evaluación de un edificio de pasajeros son:

- 1) Posibilidad de atender la demanda prevista.
- 2) Compatibilidad con los tipos de aeronaves previstas
- 3) Flexibilidad para el crecimiento y respuesta a los cambios tecnológicos.
- 4) Compatibilidad con los modos de acceso por tierra.
- 5) Compatibilidad con la totalidad del plan director.
- 6) Previsión de demoras.
- 7) Posibilidades financieras y económicas.

Los criterios específicos, que se utilizan para desarrollar un proyecto determinado el cual fue previamente seleccionado por los análisis preliminares.

Los criterios de diseño específicos que deben considerarse son:

- 1) tratamiento del costo por pasajero.
- 2) Distancia de recorrido según los diferentes tipos de pasajeros.
- 3) Demora de los pasajeros en fase de tratamiento.
- 4) Niveles de ocupación, tanto estáticas (salas de espera) como las dinámicas (pasillos).
- 5) Demoras debidas a las maniobras de las aeronaves y costos correspondientes.
- 6) Costos de construcción
- 7) Costos de funcionamiento y mantenimiento.
- 8) Ingresos posibles (de las concesiones, etc.).

MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA PLANIFICAR EL EDIFICIO TERMINAL

La intención principal al analizar los sistemas que participan en la pasajeros, es la de determinar el alcance y magnitud de las instalaciones necesarias para conseguir un determinado nivel eficiencia a un costo razonable. En el proceso de análisis pueden estudiarse las diversas alternativas que determinan cual es el sistema idóneo.

Existen una serie de técnicas de análisis de sistemas de probada utilidad a la hora de analizar las instalaciones para pasajeros y equipajes. Entre ellas se incluyen:

Modelos de redes
Modelos de colas
Modelos de simulación

Modelos de redes. Este tipo de modelos son particularmente útiles para representar y analizar las interrelaciones entre las diferentes componente de un edificio de pasajeros. El tratamiento de pasajeros puede representarse en forma de red en la cual los nudos representan las conexiones y los trazos representan las instalaciones de los diferentes servicios. Esta representación permite la estimación de las demoras en cuanto a pasajeros en diferentes puntos dentro del edificio.

Un ejemplo de modelo de red, que se ha aplicado para la evaluación de demora de los pasajeros es el método de ruta crítica (MRC). El MRC se utiliza para coordinar las diferentes actividades que tienen lugar en el sistema. Las actividades críticas se identifican fácilmente y pueden analizarse con más detalle para determinar su efecto en el funcionamiento global del sistema.

El análisis MRC permite la coordinación del flujo de pasajeros y equipajes y la determinación de las actividades críticas, para poder realizar las mejoras que conduzcan a una mejora global en el funcionamiento del sistema.

Modelos De Colas. Esta teoría permite la estimación de las demoras y longitudes de las colas de espera cuando se tienen unos niveles específicos de demanda. La aplicación de esta teoría ofrece útiles estimaciones sobre demoras de pasajeros, costos de funcionamiento y magnitud necesaria de una instalación.

Modelos De Simulación. Estos modelos llegan a ser particularmente útiles cuando se quiere conseguir un análisis con cierto nivel de detalle o cuando se desea analizar el funcionamiento del sistema durante largos periodos de tiempo. Son útiles tanto para el análisis del sistema en conjunto, como para el de alguna de sus partes.

La simulación es también particularmente útil, cuando el análisis ha de repetirse para varias condiciones de funcionamiento, con objeto de obtener la sensibilidad de los estudios. Las computadoras permiten estos análisis repetidos que de otra manera, sería muy difícil realizar por la gran cantidad de cálculos repetitivos que se deben realizar. La característica principal de la simulación es la gran rapidez.

1.1.6 CONTROL DE TRÁFICO AÉREO

Con el fin de atender correctamente el tráfico aéreo, el control del tráfico se divide en tres partes: de ruta, de área terminal y de aeropuerto, cada una de estas partes tiene una función específica que a su vez es apoyada por un equipo o instalación conocido como estación de servicio de vuelo.

Centros de control de tráfico de ruta. Estos centros son responsables del control del movimiento del avión en ruta a lo largo de las aerovías, rutas de reactores o en otras partes del espacio aéreo. Cada centro lleva el control de una zona geográficamente definida. En los puntos límites que marcan el final del área de Control del centro, las aeronaves son transferidas al centro siguiente o al centro de área terminal (Instalaciones y servicios del control de aproximación). Estos centros pueden, localizarse en los aeropuertos, aunque sus funciones no tengan nada que ver con las maniobras a realizar en los mismos. Estos centros tienen como misión principal la de controlar las maniobras de la aeronave que vuela en condiciones de vuelo instrumental (IFR instrumental Fly Rules).

En condiciones IFR, el piloto tiene que realizar un plan de vuelo indicando la ruta y altitud a la que se desea volar, siendo entonces estos centros los que aprobaran dicho plan, después de realizar las comprobaciones obligatorias en relación con la separación y altitud de las demás aeronaves que recorran la misma ruta. Todo plan de vuelo es susceptible de ser variado en ruta, si dicha variación es aprobada por estos centros.

Cada área geográfica de estos centros se divide en dos sectores: su configuración se basa en la necesidad de distribuir la carga de trabajo de los controladores. Las aeronaves son transferidas de un centro al otro. Estas áreas geográficas no solamente están divididas horizontalmente sino también verticalmente, por ello puede existir un sector de gran altitud, por encima de uno o más sectores de baja altitud. Cada sector depende de uno, dos o tres controladores, según sea el volumen y complejidad del tráfico.

El número, por término medio, de aeronaves que puede manejar un sector, depende del número de personas asignadas al sector, la complejidad del tráfico y del grado de automatización conseguido.

Si se dispone de instalaciones de radar, cada sector tiene que tener un radar de largo alcance que le permita cubrir la totalidad del mismo y detectar la separación entre las aeronaves que se encuentran en el sector. Además cada sector tiene información de la identificación de la aeronave, destino, plan de vuelo, velocidad estimada y altitud del vuelo.

Actualmente la comunicación entre el piloto y el controlador se hace de palabra, debido a lo cual cada centro se le asigna un número determinado de frecuencias de radio, a su vez el controlador le asigna una frecuencia específica a cada piloto.

Instalaciones y servicio del control de aproximación. La labor de este centro es la del control del tráfico aéreo (aterrizajes y despegues) desde los alrededores de la torre de control del aeropuerto hasta una distancia de 50 a 100 km. del mismo, conociéndose con el nombre de área terminal. En el caso de que existan varios aeropuertos en una misma área urbana, un mismo equipo controla el tráfico de todos los aeropuertos. Al hacer esto, el control consigue también la importante Función de registrar y seguir el avión con fines de una mejor y más eficiente adecuación de los vuelos en un aeropuerto.

Existen varios grados de automatización en las instalaciones de control de aproximación, según el volumen de tráfico que se esta manejando.

La estructura de un equipo de control de aproximación es muy similar a la del centro de control de ruta. El equipo se divide en sectores para tratar de igualar la carga de trabajo de los controladores. El control de aproximación transfiere la aeronave a la torre de control del aeropuerto cuando ésta se encuentra alineada con la pista a unos 9 Km.

Del aeropuerto. De igual manera, la torre de control del aeropuerto transfiere todas las aeronaves que despegan del mismo al control de aproximación.

Si el flujo de aeronaves resulta mayor que la capacidad de actuación del equipo, se retrasa la llegada de los mismos reduciendo sus velocidades a haciéndoles realizar una espera en una ayuda dentro del campo de actuación del equipo. Este método recibe el nombre de espera escalonada. En esta espera en vuelo, las aeronaves están volando dentro de unos límites determinados de antemano y separados verticalmente por espacios de 300 m. Cada espera en vuelo puede albergar hasta 10 aeronaves y siguiendo turnos, el equipo de control de aproximación indica el momento de aterrizaje de la aeronave.

Torre de Control de tráfico de un aeropuerto. Un aeropuerto debe tener una torre de control, la cual tiene la función alojar los servicios de control de tránsito aéreo, las operaciones y el movimiento de las aeronaves en pista, calles de rodaje y plataformas.

En este edificio se pueden encontrar alojadas las oficinas de gerencia de operación aeronáutica y la gerencia de administración del aeropuerto. También se puede ubicar la comandancia de la aviación general. Se encuentran ubicadas también las oficinas de ingeniería de servicios.

La Cabina de Control se localiza en el último nivel de la torre, para poder tener una visibilidad total de la zona aeronáutica. Además en esta cabina se encuentran instalados los controles para brindar facilidades a las operaciones aéreas.

Este sistema es el que supervisa, dirige y regula el tráfico en el aeropuerto y en el inmediato espacio aéreo, con un radio de 9 Km. desde el mismo. La torre es la responsable de dar la salida a las aeronaves que van a despegar, suministrar a los pilotos la información sobre el viento, temperatura, presión barométrica, Condiciones operativas del aeropuerto y control de todas las aeronaves que se encuentran en tierra, excepto las que están en la zona de maniobras adyacente a la zona de estacionamiento.

Estaciones de servicio de vuelo. Esta estaciones están ubicadas a lo largo de las aerovías y en los aeropuertos. Sus principales funciones son las siguientes:

- Información a los pilotos antes del vuelo y en el vuelo, información meteorológica. ayuda a la navegación. información sobre los aeropuertos que están fuera de servicio, los cambios en los procedimientos y las nuevas ayudas.
- Difusión de información meteorológica para los pilotos.
- Información sobre las ayudas de navegación.

Como función secundaria se ocupa de los mensajes de control de tráfico entre las aeronaves y la instalación de control en tierra.

1.1.7 ZONA DE ALMACENAMIENTO Y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE.

Para diseño de la zona del almacenamiento de combustible se deberá partir de las demandas actuales y futuras, tanto para la capacidad de almacenamiento, como para el equipo de suministro a aeronaves. Con respecto a la capacidad de almacenamiento es necesario el estudio de la forma de suministro a la zona de almacenamiento, la cual puede realizarse por medio de:

- Auto-tanques (pipas)
- Carro-tanque (ferrocarril)
- Barco-tanque
- Transporte aéreo
- Oleoducto

Formas de suministrar el combustible a las aeronaves

a) por medio de Auto-tanques. El Auto-tanque es un vehículo de propulsión propia, que tiene montado un tanque, el cual es cargado de combustible en la planta y se traslada a la plataforma de operaciones para ubicarlos debajo del ala del avión para de ahí alimentarlo.

El Auto-tanque deberá llevar su equipo de bombeo, el cual funciona con el motor del vehículo, llevará equipos de filtración y medición, así como equipos de control de presión de flujo

En aeropuertos donde el movimiento de aeronaves es muy intenso y la carga pico bastante alta, es necesario gran cantidad de estos vehículos, además de que las necesidades de demanda de combustible de las aeronaves está por encima de la capacidad de almacenamiento de estos vehículos, por lo que en muchas ocasiones son necesarios 2 Auto-tanques para surtir una aeronave.

b) por medio de hidrantes. Por este medio el combustible es enviado a presión a través de una tubería fija que llega hasta una válvula (hidrante) localizada en posiciones fijadas para las aeronaves en plataforma.

Cuando se tiene espacio apropiado cerca de la plataforma, se puede pensar en un sistema de almacenamiento que tenga los tanques principales de almacenamiento en la zona y tanques auxiliares de demandas máximas localizadas cerca de la plataforma de operaciones.

Este sistema puede ser el más económico cuando la zona de almacenamiento esta bastante retirada de la plataforma y el ahorro en tuberías y equipos de bombeo es bastante aceptable, aunque el costo de mantenimiento y operación son un poco altos que en los Auto-tanques. Este sistema puede utilizar una ó varias bombas de baja presión para el llenado de los tanques auxiliares y las tuberías para alimentar estos tanques seria de menor diámetro.

c) por medio de estaciones tipo gasolinera. Este sistema consiste en instalar en la "isleta" que está entre las plataformas (de operaciones y avionetas) una estación del tipo de gasolineras, con un almacenamiento calculado en función de las operaciones y volúmenes de carga cuyos tanques pueden ser subterráneos ó atmosféricos. Estas estaciones dan servicio exclusivamente a aeronaves pequeñas (avionetas).

Cada uno de los casos señalado anteriormente, deberá ser estudiados individualmente, para determinar en cuanto a su operación y costo, cual resulta ser el más conveniente para cubrir las necesidades.

Básicamente los sistemas móviles (Auto-tanques) tienen una considerable ventaja: que pueden cargar combustible a una aeronave en cualquier parte del aeropuerto, ó pueden ser trasladados a otro aeropuerto cuando sus servicios sean necesarios, mientras que con el sistema fijo no existe flexibilidad.

El sistema de hidrantes presenta la ventaja de continuidad en el abastecimiento, ya que si en la zona de almacenamiento se tiene suficientes reservas, el servicio puede ser continuo, cosa que no sucede utilizando los Auto-tanques.

Localización de la zona de almacenamiento

Los principales factores que intervienen en la localización de una zona para almacenar combustible son los siguientes:

- ◆ Especificaciones para la operación de las aeronaves en un aeropuerto, ya que no deben ser obstáculos para el movimiento de las aeronaves.
- ◆ Deben permitirse ampliaciones futuras. El constante aumento del consumo de combustible debe permitir que la zona de almacenamiento no tenga restricciones futuras en cuanto a su ampliación en general.
- ◆ Debe estudiarse la localización en cuanto a la forma de suministro de combustible a la zona, pues puede resultar más económico que esté localizada cerca de un camino, una vía de ferrocarril, un muelle ó un oleoducto.
- ◆ Para la ubicación de la zona, hay que tomar en cuenta la topografía del terreno, ya que un terreno alto con respecto a las plataformas nos ahorra energía en los motores de las bombas, así como también en drenaje pluvial de la zona no presentaría problemas.
- ◆ Ubicar la zona lo más cercana posible de la plataforma de operaciones.
- ◆ Que la zona esté del lado de la plataforma de avionetas.
- ◆ La zona de almacenamiento no deberá situarse cerca de un foco de posible incendio.
- ◆ Tratar de no interferir con los drenajes del aeropuerto.

Dimensiones de la zona de almacenamiento

Para el diseño de las dimensiones de la zona de almacenamiento se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- ◆ Número y tamaño de los tanques para el almacenamiento de combustible.
- ◆ Tipo o forma de estos.
- ◆ Forma de suministro de combustible a la zona.
- ◆ Manera de alimentar el combustible a las aeronaves.
- ◆ Necesidades futuras.

Factores que determinan la capacidad y número de tanques

- ◆ Frecuencia y volumen de llenado.
- ◆ Distribución de llenados.
- ◆ Demanda promedio diario y demanda pico.
- ◆ Tiempo de asentamiento del combustible.
- ◆ Distancia del centro productor al aeropuerto.
- ◆ Posibilidad de interrupción en el suministro de combustible al aeropuerto.

Tipos de tanque para almacenamiento

Estos pueden ser: cilíndricos verticales (de techo fijo o flotante), cilíndrico horizontal, esférico, cúbicos, etc., además los tanques pueden estar instalados en forma subterránea o bien sobre el piso.

Tanques subterráneos

Sus ventajas son: Riesgo mínimo de incendio y explosión, no necesitan bomba para descarga de Auto-tanques, no requieren diques para el caso de derrame, no requiere pasillos, escaleras, tienen menos pérdidas por evaporaciones menos riesgos de descargas eléctricas atmosféricas.

Sus desventajas son: Mayor costo por excavación, si existen aguas freáticas se tiene problema de corrosión, es necesario instalar bomba especial para el drenado de estos tanques, no se localizan fácilmente las fugas si las hay.

Tanques montados sobre el piso.

Sus desventajas: Se requiere un mínimo de excavación y cimentación, menos pérdida por carga de succión, fácil inspección y mantenimiento, escurrimiento de agua hacia adentro no es probable, las fugas de combustible son visibles, su drenado es menor, se requiere un mínimo de protección contra la corrosión, facilidad para ejecutar sus reparaciones, su renovación y recuperación.

Sus desventajas: Se tiene riesgo de incendio y explosión, se requiere diques para derrames, menos pérdidas por evaporación, se tiene el riesgo por las descargas atmosféricas, si se utiliza techo flotante puede para depósitos de sólidos en las paredes.

1.2 PRINCIPALES VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN AEROPUERTO.

La creación o ampliación de un aeropuerto lleva consigo una inversión de muchos millones de dólares, por lo cual la selección de la mejor de las alternativas debe llevar consigo un análisis muy detallado de todos los factores que afectaran su funcionamiento. El realizar un análisis incorrecto puede ocasionar que el proyecto a la hora de la construcción no se pueda llevar a cabo, o que su costo final sea mucho mayor al que se había calculado inicialmente.

En el diseño de un aeropuerto los principales factores que afectaran el proyecto son técnicos, socioeconómicos, ambientales y financieros. Todos estos factores deben analizarse con la misma importancia, puesto que con alguno de los resultados desfavorables el proyecto no se podrá llevar a cabo.

1.2.1 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

Un aeropuerto que afecta la economía y la forma de vida de los habitantes que viven en la zona cercana, puesto que un aeropuerto es un polo de desarrollo, el cual trae beneficios en el comercio, negocios industriales, turismo y en la creación de nuevos intereses con otras comunidades.

Las industrias pueden instalarse en las cercanías de un aeropuerto aprovechando la infraestructura de las vías de acceso y la proximidad a los servicios de transporte aéreo para traslado de personas y mercancías hacia otras comunidades de negocios industriales.

Un aeropuerto puede fomentar los negocios, puesto que el tiempo en esta clase es lo más importante y con el aeropuerto las personas pueden viajar por la mañana y volver el mismo día por la noche, lo cual implica un ahorro económico y de tiempo.

Debe planearse para atender las necesidades del transporte de carga con otras comunidades.

Contribuyen de manera sobresaliente en el surgimiento turístico de una determinada comunidad, permitiendo así crear la confianza suficiente en las inversionistas para poner en marcha importantes proyectos de infraestructura, principalmente la hotelera. De esta forma, la comunicación aérea regular y eficiente impulsa la promoción nacional e internacional a fin de aumentar la afluencia de turistas y fomentar la inversión privada, nacional y extranjera para incrementar la capacidad hotelera y los servicios complementarios de una comunidad.

Es también común que dentro y alrededor de los aeropuertos se construyan centros de consumo tales como restaurantes, cafeterías y diversas tiendas que ofrecen la venta de sus productos al público que hace uso de las instalaciones del aeropuerto.

En resumen un proyecto de inversión aeroportuario tiene un impacto económico en la región en donde se realiza, ya que influye directamente en la economía local al apoyar el desarrollo de las actividades económicas (industria, turísticas y comerciales) de la región, propiciar la creación de fuentes de empleo directas e indirectas (aquellas que no están directamente vinculadas con el aeropuerto, pero cubren las necesidades del personal que labora en el mismo) lo que aumenta el consumo de insumos locales y el monto del pago de impuestos en la región.

Uno de los puntos más importantes que se deben tomar en cuenta es la posibilidad económicas y financieras que exigen las diferentes alternativas e incluso si la solución adoptada es económicamente factible.

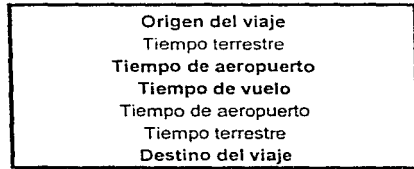
Es necesario demostrar que el plan adoptado producirá los suficientes ingresos para cubrir los costos anuales del capital invertido, la administración, funcionamiento y mantenimiento y todo ello debe de establecerse para cada paso que se realice en el plan director.

La evaluación de una posibilidad económica requiere un análisis costo-beneficio. La comparación de los programas de una inversión potencial de capital en cuanto a beneficios y costos se refiere, indica la importancia del proyecto desde el punto de vista económico. El criterio económico que se utiliza para evaluar una inversión aeronáutica es el resultado de considerar el costo total de las instalaciones, incluyendo los costos sociales cuantificables, y compararlos con beneficios totales.

Los costos incluyen la inversión del capital, administración, funcionamiento, mantenimiento y cualquier otro costo que pueda cuantificarse. Los beneficios incluyen una reducción en las demoras de las aeronaves, una mejora en las operaciones de las aeronaves y otros conceptos. Los costos y beneficios se determinan en precios anualizados.

En el estudio económico debe analizarse la capacidad de obtener ingresos por parte del aeropuerto. El principal factor de ingresos para el aeropuerto es el pasajero, por lo cual debe diseñarse el aeropuerto de tal manera que los pasajeros se sientan atraídos a usar el transporte aéreo cuando se tiene la posibilidad de usar otro modo de transporte. Debemos hacer notar que el pasajero prefiere el transporte aéreo principalmente por el tiempo de traslado, el cual es el motivo por el que prefiere pagar más, pero teniendo un ahorro de tiempo. Por lo que debemos tratar que el tiempo de vuelo sea el más corto posible. Para distancias pequeñas.

El tiempo de vuelo, comienza a contarse desde que el pasajero sale de su casa, hasta que llega al destino final como por ejemplo el Hotel de la ciudad a la que voló. Así el tiempo de vuelo lo podemos dividir en:



De lo anterior nos indica que para la planeación del aeropuerto no sólo debemos diseñar las instalaciones dentro de la zona del aeropuerto si no que debemos considerar también, las vías de acceso y la localización de los mayores centros de población que requieren el servicio de aeropuerto. Así para viajes cortos en tiempo terrestre influye en la selección que pueden tener los usuarios para el tipo de transporte a utilizar por lo que este tiempo debe ser el menor posible, en cambio para viajes largos este tiempo de viaje se le puede dar un mayor intervalo.

Los rangos que se pueden manejar para escoger un sistema de transporte, y que este funcione en forma óptima aproximadamente son:

Menores a 200 Km. Domina el transporte terrestre

De 300 a 800 Km. Se utilizan el transporte aéreo y terrestre

Mayores a 800 Km. Domina el transporte aéreo

Se deben identificar que actividades tienen una relación directa con el transporte aéreo. Pues las actividades económicas de la región determinarán el número y tipo de usuarios que tendrá el aeropuerto. Los tipos de actividades que son afines con el transporte aéreo son la turística, los negocios, la industria, la ganadería.

Además debemos conocer las zonas donde se necesita el transporte aéreo, y con que zonas necesitan comunicarse. Con esto podemos identificar las posibles rutas que se van a hacer.

1.2.2 AVIÓN DE DISEÑO

Para planificar las instalaciones y servicios de un aeropuerto resulta esencial conocer las características generales de las aeronaves que van operar en él. Las características principales que nos van a servir para el diseño de las instalaciones del aeropuerto son:

- ◆ Número de pasajeros transportados
- ◆ Característica geométricas (Tren de aterrizaje, envergadura, Longitud)
- ◆ Peso del avión
- ◆ Velocidades de operación

Número de pasajeros transportados . Nos servirá para poder determinar el número de operaciones que se realizarán para una demanda específica. Así por ejemplo si manejamos aeronaves con poca capacidad tendremos que el número de operaciones mayor que si manejáramos aviones con gran capacidad.

El número de operaciones influirá en la capacidad del aeropuerto, por lo cual se deben buscar que los aviones lleven un número de pasajeros tal que permita pocas operaciones, pero que no intervenga con otros sistemas del aeropuerto, que pudieran ocasionar costos mayores a los de manejar aeronaves con poca capacidad. La capacidad de los aviones actuales varía entre 20 y 500 pasajeros.

La capacidad de pasajeros juega un importante papel al considerar:

- ◆ Las dimensiones interiores y adyacentes al edificio terminal.
- ◆ Longitud de la pista
- ◆ Dimensiones de las plataformas y calles de rodaje

Su importancia reside en que influye sobre el área de terreno que se necesita para un aeropuerto.

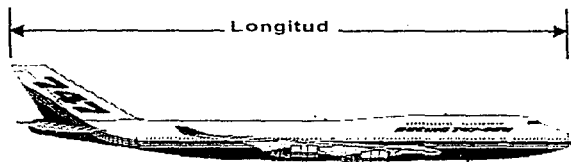
Los aviones van cambiando muy rápidamente por lo cual los aeropuertos deben diseñarse para los aviones actuales y futuros. En la siguiente tabla se muestran los aviones que más se utilizaron en 1995 en los Estados Unidos.

AERONAVE	Número de Lugares	Velocidad de Crucero (mph)	Longitud Máxima de Vuelo (millas)	Combustible (Galones Por Hora)	Costo de Operación (por Hora) USD
B747-400	398	533	4,331	3,356	\$6,939
B747-100	390	520	3,060	3,490	5,396
L-1011	288	496	1,498	2,384	4,564
DC-10-10	281	492	1,493	2,229	4,261
A300-600	266	473	1,207	1,938	4,332
MD-11	254	524	3,459	2,232	4,570
DC-10-30	248	520	2,947	2,612	4,816
B767-300ER	221	493	2,285	1,549	3,251
B767-200	186	457	1,086	1,004	2,303
B767-200ER	185	483	2,031	1,392	3,012
A320-100/200	149	445	974	771	1,816
B727-200	148	430	686	1,251	2,222
B737-400	144	406	615	775	1,779
MD-80	141	422	696	891	1,793
B737-300	131	414	613	748	1,818
DC-9-50	124	369	320	893	1,901
B737-500	113	408	532	708	1,594
B737-100/200	112	387	437	800	1,757
DC-9-30	100	383	447	798	1,690
F-100	97	366	409	737	1,681
DC-9-10	72	381	439	740	1,332

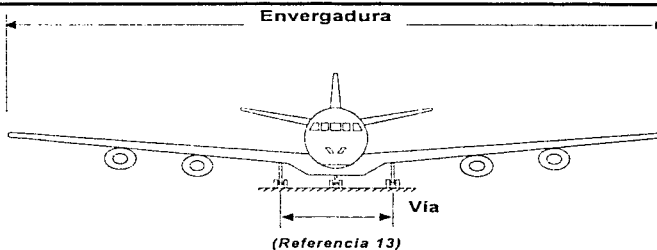
(Referencia 28)

Característica geométricas

La envergadura y la longitud del fuselaje influyen en las dimensiones de las plataformas de estacionamiento de las aeronaves que a su vez influyen en la configuración de los edificios terminales. El tamaño de un avión también condiciona la anchura de las pistas y de las calles de rodaje, básico como las distancias que deben existir entre ellas.



(Referencia 13)



El tipo de tren de aterrizaje influirá en el diseño de los espesores de pavimentos de las pistas, calles de rodaje y plataformas.

Configuración del tren Principal	Tipo de aeronave
	DC-9, B-737, B-727
	DC-8-61, DC-8-62, DC-8-63 DC-10-10, B-720B, B-707-120B, B-707-320B Concorde, A300B
	747 757 767
	DC-10-30 DC-10-40

(Referencia 13)

Peso del avión

El peso de un avión es importante para poder determinar el espesor de la pista, de las calles de rodaje y el de las plataformas. El peso máximo de despegue para un avión que actual en las principales líneas aéreas varía de 31.3 a 531.t Ton. Para las aeronaves utilizados en aviación general los pesos varían de 900 a 3600 Kg., mientras que los aviones de empresa varían de 6.8 a 34 Ton.

El peso máximo de un avión se da en el despegue, puesto que el avión va cargado con el combustible que le permitirá llegar a su destino, este combustible será menor conforme el avión valla avanzando, lo cual ocasiona que el peso del avión sea menor. El peso total en el despegue se divide en los siguientes pesos, los cuales están ordenados de menor a mayor:

- ◆ Peso vacío del avión
- ◆ Peso básico
- ◆ Peso de operación seco
- ◆ Peso cero combustible
- ◆ Peso de aterrizaje
- ◆ Peso de aterrizaje
- ◆ Peso de despegue
- ◆ Peso máximo en plataforma

Peso vacío Este peso está compuesto por el peso de la estructura del avión (fuselaje, motores, tren de aterrizaje, etc.).

Peso básico Este compuesto del peso vacío del avión más el peso de los aceites de motores, los asientos y el equipo de navegación el cual está compuesto de los instrumentos, equipo de rescate, manual de vuelo.

Peso de operación seco El cual incluye el peso básico más el peso de la tripulación, equipo de cocina, y el de los servicios de abordaje.

Peso cero combustible El cual está compuesto del peso de operación seco más los pesos de los pasajeros, la carga y el correo.

Peso de aterrizaje Este compuesto del peso cero combustible más el peso del combustible de reserva.

Peso de despegue Este compuesto del peso de aterrizaje más el peso del combustible de vuelo.

Peso máximo en plataforma Este compuesto del peso de despegue más el peso del combustible que se utiliza para mover el avión de la plataforma a la pista.

En la siguiente figura se muestra la forma en que se distribuyen los pesos:

Peso Total de Combustible	Rodaje	Peso máximo en plataforma
	Combustible de Vuelo	peso de despegue
	Combustible de Reserva	Peso de aterrizaje
Peso de Carga pagada	Pasajeros	Peso cero combustible
	Carga	
	Equipo de correo	Peso básico
	Tripulación	
	Servicios de abordaje	
	Equipo de cocina	
	Equipo de Navegación	
	Instrumentos (cabina)	Peso vacío de la aeronave
	Equipo de rescate	
	Manual de vuelo	
Peso del aceite de Motores	Peso cero	
Resto de fluidos		
Motores		
Fuselaje		
Tren de aterrizaje		
Alas		

(Referencia 13)

VELOCIDADES DE OPERACIÓN

Las velocidades de operación de los aviones nos servirán para determinar la longitud de la pista, la cual se calcula, con respecto a la longitud máxima que necesita una aeronave para despegar o aterrizar, en la mayoría de los casos la distancia máxima ocurre en el despegue, por lo cual la pista se diseña para los despegues y se revisa para los aterrizajes, esta revisión se realiza verificando que la longitud que se obtuvo en el aterrizaje sea un cierto porcentaje¹ de la longitud que se obtuvo en el cálculo de la distancia para despegue, en el caso de no ocurrir lo anterior la distancia que prevalece en el diseño es la de aterrizaje.

La longitud de pista necesaria para el despegue es la distancia comprendida entre el punto de parada (punto donde la aeronave comienza el despegue) y un punto donde la aeronave ha alcanzado una altura H (15 m. para aeronaves de hélice y 13.5 para aeronaves de turbina), a partir de la cual se considera que terminó el despegue y comienza el ascenso.

Las disposiciones correspondientes a las aeronaves con motor de hélice, consideran dos casos generales al establecer las longitudes necesarias de pista para las operaciones seguras. Despegue con un posible fallo de motor, de lo que se deduce que se necesita suficiente pista que permita a la aeronave continuar el despegue a pesar de la pérdida de potencia o incluso frenar llegando a pararse sin salirse de la pista; pista suficiente que permita variaciones normales en la técnica de aterrizaje (aterrizajes largos, aterrizajes defectuosos, etc.).

En cuanto a las disposiciones que regulan las aeronaves que utilizan turbinas son las mismas que para el caso de aeronaves con motores de hélice, aunque se ha añadido un tercer criterio y que se refiere al caso de despegue con todos los motores, esta particular regulación, se impone cada día más para el cálculo de la longitud necesaria, debido a que el fallo del motor es poco frecuente.

La longitud máxima la distancia que necesita una aeronave para despegar más una distancia que se deja como protección para en caso de problemas en el despegue la aeronave pueda comenzar a contarse desde que la aeronave comienza el despegue hasta que ha alcanzado una altura específica, la cual varía dependiendo del tipo propulsión que tenga la aeronave, para el caso de que se tengan motores con hélice la altura es de 15 m. y en el caso de turbinas la altura es de 13.5 m. Cuando la aeronave pasa de esa altura se considera que terminó el despegue y comienza el ascenso.

Las longitudes necesarias como se indicó anteriormente están determinadas por la velocidad que lleva la aeronave cuando está realizando una maniobra de despegue o aterrizaje.

En el caso del despegue la aeronave parte con una velocidad V_0 (cerca a cero) y comienza su recorrido aumentando su velocidad hasta llegar a una velocidad V_2 que le permita un ascenso seguro. En el paso de la velocidad V_0 a la V_2 de la aeronave existen otras velocidades muy importantes para el diseño de la pista, las cuales son:

Velocidad cero (V_0) la cual es la velocidad donde se comienza el despegue.

Velocidad mínima de control (V_{MC}). La cual es la velocidad a la cual las corrientes de viento comienza a afectar al avión.

Velocidad crítica de decisión (V_1). La cual es la velocidad que se toma como referencia, en caso de existir una falla de motor para decidir si continúa o aborta el despegue. Existen tres casos que se pueden presentar:

- ◆ Si la falla ocurre cuando la aeronave tiene una velocidad menor a V_1 . El despegue se aborta.
- ◆ Si la falla ocurre cuando tiene una velocidad igual a V_1 . El piloto puede decidir si continúa o aborta el despegue.
- ◆ Si la falla ocurre cuando la aeronave tiene una velocidad mayor a V_1 . El despegue continúa.

Velocidad de rotación (V_R). Es la velocidad en la cual el piloto levanta la rueda de la nariz de la aeronave.

Velocidad teórica de levantamiento (V_{lot}). En la cual la aeronave alcanza una velocidad tal que comienza a elevarse.

Velocidad de ascenso seguro (V_2). Velocidad en la cual la aeronave alcanza una altura H que le permite ascender sin peligro.

Las magnitudes de las velocidades dependen del tipo de aeronave que se tomó para el diseño. Las velocidades son dadas por los fabricantes dependiendo de las condiciones de operación que tenía la aeronave al despegar (peso, altitud, temperatura, etc.).

1.2.3 DEMANDA.

La demanda es principal factor que rige el tamaño de los sistemas que componen un aeropuerto, la cual va a influir en la capacidad que puede tener el aeropuerto, se debe procurar que la demanda sea menor a la capacidad, en caso de aumento de la demanda se deben hacer ampliaciones a los sistemas. El aumento de la demanda se dará en base inversiones o mejoramiento de los procedimientos de operación.

Para cualquier análisis de demanda debemos tomar en cuenta los siguientes elementos:

- a) El volumen de la demanda esperada y el periodo durante el cual se pretende satisfacerla.
- b) El nivel de calidad de servicio que se pretenda ofrecer al usuario.
- c) El equilibrio entre las capacidades de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

Sobre el primer punto no es posible dejar de enfatizar la importancia de contar con una metodología adecuada que permita conocer con certeza los intervalos de variación de la demanda esperada. Sin embargo, tradicionalmente los diseñadores de aeropuertos han tenido muchas dificultades para conocer estos datos, puesto que la predicción de la demanda requiere de mucho trabajo de suposición, por lo que mientras más lejano sea el horizonte, mayor será el grado de incertidumbre.

Por otra parte, el nivel de demanda potencial puede ser diferente para cada uno de los sistemas del aeropuerto; por ello, el análisis debe realizarse tomando en cuenta los factores que por separado influyen en cada elemento del aeropuerto. Estas consideraciones nos llevan a proponer que el análisis de la demanda debe expresarse en términos relevantes al diseño y dimensionamiento de las instalaciones.

Al evaluar la capacidad de un aeropuerto, el diseñador deberá utilizar pronósticos a corto y mediano plazo que le permitirán tener la certeza de que sus consideraciones están sólidamente apoyadas en elementos conocidos. Una vez determinados estos pronósticos, debe llevarse a cabo un ejercicio de análisis para determinar los factores básicos de dimensionamiento para cada elemento por separado. El grado de precisión en el pronóstico debe atender al hecho de que algunas instalaciones aeroportuarias requieren de largos plazos para ser puestas en operación, en tanto que otras pueden desarrollarse con mayor rapidez, de acuerdo con los cambios que la demanda pudiera imponer a las instalaciones del propio aeropuerto.

Se debe tener un enfoque que permita desarrollar los sistemas del aeropuerto sobre una base de adaptabilidad y flexibilidad, podría ayudar a evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo permitiría su adecuado y ordenado desarrollo, incluso si se presentaran volúmenes de actividad por encima de las previsiones originales. Desde luego un enfoque de este tipo, lleva implica la necesidad de vigilar y actualizar con regularidad de los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se presenten.

Esta situación adquiere especial relevancia en la actualidad ante la tendencia que existe en el mundo para eliminar restricciones de tipo legislativo a las empresas de aviación para permitirles entrar en un mercado de libre competencia, este hecho causara serios problemas en muchos aeropuertos, tanto por momentáneos picos en el tráfico, como porque en general las instalaciones estarán sujetas a cambios con una velocidad que no se ha conocido en el pasado.

Con respecto al nivel de la capacidad de servicio, se debe plantear que si bien existen algunos elementos en el sistema aeroportuario que puedan operar de acuerdo con diversas normas de calidad, otros no aceptan ninguna degradación en sus normas, a riesgo de poner en peligro la seguridad del usuario, lo cual, es inaceptable.

Este grupo de elementos se relaciona principalmente con las instalaciones en el área aeronáutica y para su diseño se deben adoptar, como mínimo, las normas establecidas por la OACI, independientemente de que en algunos casos, la prácticas propias de los países puedan establecer normas más estrictas.

Con respecto al equilibrio entre las diversos sistemas y subsistemas del aeropuerto, constituye uno de los puntos más interesantes en materia de capacidad, puesto que algunas instalaciones tienen una capacidad dada, en tanto que para otras su capacidad dependerá de su adecuado dimensionamiento.

Una pista tendrá básicamente las mismas características para el mismo tipo de aeronave, así se presente una operación al a semana o 20 operaciones por hora; en cambio el sistema de rodajes, las plataformas, los edificios terminales, los estacionamientos y las zonas de almacenamiento de combustible, pueden dimensionarse de acuerdo con la demanda esperada en cada uno de ellos.

Un proceso común en la planeación para el estudio de la demanda, puede ser dividido en diferentes partes:

1- Analizar los antecedentes; normalmente los mejores antecedentes son los datos estadísticos. En el caso de aeropuertos, estas estadísticas se refieren a pasajeros movidos, operaciones anuales, número de aterrizajes y despegues, carga movida en toneladas, y algunos otros datos adicionales. El estudio de estas características debe incluir el establecimiento de las tasa de crecimiento anual.

2- Una vez analizados los datos se establecen proyecciones a futuro, con base en las tasas de crecimiento definidas por las características. Será necesario tomar en cuenta cierta información adicional para determinar si se pueden continuar utilizando las mismas tasas de crecimiento aportadas por las estadísticas, o deben ser modificadas. Algunos de los factores que pueden rectificar tendencias son: El desarrollo económico de la región a la cual sirve el aeropuerto, el desarrollo demográfico, el desarrollo turístico, etc. En el caso de aeropuertos las tendencias de movimiento aeronáutico del país y las mundiales sirven como punto de comparación.

El número de pasajeros anuales que se mueve en el aeropuerto, es la base de partida para las proyecciones, por ser el factor que permite ser proyectado a futuro con más facilidad y acercarse más a la realidad. Otros datos tales como las operaciones anuales, el movimiento de carga, etc., se ven sujetos a mayor número de factores que los afectan, como los cambios del equipo, desarrollos industriales que modifican el movimiento de carga y otros.

Por esto, para proyectarse el número anual de operaciones, es necesario fijar primeramente la relación de ocupación de las aeronaves, es decir, tomar en cuenta las tendencias y cambios del equipo de vuelo, y posteriormente proyectar esta ocupación al futuro. Después, con esta ocupación y los pasajeros anuales, se determinara el número de operaciones, año por año.

Para proyectarse el movimiento de carga área, se requieren también procesos indirectos como el indicado para las operaciones.

3- las estadísticas y sus proyecciones servirán para obtener lo que se puede llamar parámetros de proyecto y sus tendencias, cifras que permitirán definir la magnitud de los diferentes elementos del aeropuerto, mediante concentraciones máximas frecuentes, tales como posiciones simultáneas de aviones estacionados en plataforma y su tipo, número máximo de pasajeros horarios nacionales de salida y llegada, máximo horario de pasajeros internacionales de salida y llegada, número máximo de vehículos en estacionamiento, etc.

Las concentraciones máximas frecuentes son valores máximos horarios, que se presentan alrededor de 100 a 150 veces por año. Se descartan valores mayores que se presentan con menor frecuencia y solamente producen congestión controlables y admisibles en los aeropuertos.

Se requiere así mismo la proyección de estos parámetros, de tal manera que se pueda definir la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier futuro y con esto fijar las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que forman el aeropuerto.

Este conjunto de elementos, una vez definidas sus magnitudes y etapas de desarrollo, permitirá establecer el Plan Maestro de un aeropuerto, o sea, el plan que regulará su crecimiento.

1.2.4 CAPACIDAD

El tener información sobre la capacidad en un aeropuerto es importante en la labor de un proyectista. La capacidad es un índice del funcionamiento y del nivel de servicio de un aeropuerto. El proyectista puede comparar la capacidad existente y la prevista para el diseño futuro y así averiguar si se necesitarán introducir mejoras para incrementar la capacidad.

La capacidad de un aeropuerto, se ha definido desde dos enfoques diferentes. Una de las definiciones que se han utilizado con gran difusión en los Estados Unidos es la que dice que la capacidad "es el número de operaciones realizadas por los aviones durante un intervalo de tiempo específico en correspondencia con un nivel tolerable de demora media", la cual se conoce como capacidad práctica.

Otra definición la cual indica que la capacidad es "el número máximo de operaciones de avión que un campo de vuelo puede aceptar durante un intervalo de tiempo específico cuando existe una demanda continuada de servicio". La demanda continuada de servicio significa que siempre existen aeronaves preparadas para despegar o aterrizar. Esta definición de capacidad ha recibido el nombre de capacidad total, capacidad de saturación y tasa de rendimiento total.

El análisis de la capacidad de un aeropuerto se lleva a cabo con dos fines:

- ◆ Medir de forma objetiva la capacidad de las distintas partes que componen un aeropuerto atendiendo a los flujos de pasajeros y aeronaves previstos.
- ◆ Evaluar las demoras que cabe esperar en el aeropuerto según los diferentes niveles de demanda.

Este análisis de capacidad de demanda permite al proyectista del aeropuerto determinar el número de pistas necesarias para contemplar las posibles configuraciones y para comparar las diferentes soluciones.

La capacidad depende de una serie de condiciones existentes tales como el techo de las nubes, la visibilidad, el control de tráfico aéreo, el tipo de aviones que llegan al aeropuerto y el tipo de operaciones que se realizan. En la determinación de la capacidad deben especificarse las condiciones existentes en las cuales se analizó la capacidad.

No debe confundirse la capacidad con la demanda. La capacidad significa la posibilidad física de un aeropuerto y sus sistemas componentes, de poder satisfacer las operaciones aeronáuticas, es una medida de la oferta y es independiente de la magnitud y fluctuación de la demanda y de la cantidad de demora de los Aviones. La demora sin embargo, es independiente de la capacidad y de la magnitud y fluctuación de la demanda.

Puede reducirse las demoras de las aeronaves incrementando la capacidad y ofreciendo una distribución más uniforme de la demanda.

Conforme la demanda se acerca a la capacidad aumentan las demoras debido al congestionamiento que se provoca. Los proyectistas deben tener especial cuidado cuando al diseñar un aeropuerto se espera que la demanda se aproxime al valor de la capacidad en periodos largos.

El cálculo de la magnitud de las demoras y su impacto económico es el más importante de los factores al justificar las mejoras de un aeropuerto que la determinación de su capacidad.

FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD

Existen muchos factores que influyen en la capacidad de un aeropuerto, los principales son:

1. Configuración de las pistas, especialmente el número de ellas, su operación y orientación.
2. La configuración y número de las calles de rodaje
3. La disposición, tamaño y número de posiciones de estacionamiento de aviones.
4. Para operaciones mixtas (aterrizajes y despegues), tiempo de ocupación de las pistas.
5. Los diferentes tamaños de aviones que utilizan las instalaciones
6. Las condiciones atmosféricas, particularmente la visibilidad y el viento.
7. Los procedimientos para reducir el ruido puede limitar el tipo de operaciones en las pistas disponibles.
8. Estrategia control del uso de la pista en los aterrizajes y despegues.
9. Separación necesaria que deben tener los aviones para evitar accidentes.
10. Las ayudas de navegación que tenga el aeropuerto.
11. La disponibilidad de espacio aéreo para establecer rutas de llegada y salida.
12. Eficiencia en el control del tráfico aéreo, por medio de torre de control, aproximación y control de despegue.

Estos factores los podemos agrupar en 4 grupos, Los cuales están relacionados con:

- 1) Control del tráfico aéreo
- 2) Las características de la demanda
- 3) Las condiciones del entorno en la proximidad del aeropuerto.
- 4) La disposición y configuración del área de maniobras.

Control del tráfico aéreo. Para evitar que dos o más aeronaves sufran un choque cuando están en el vuelo o a la hora del aterrizaje, se crearon zonas imaginarias de protección alrededor de cada aeronave, con lo cual las aeronaves se encuentran con una separación que las protege de posibles accidentes. Las separaciones horizontales varían de 3.5 a 9 Km., dependiendo del tipo de aeronave que se estén volando.

Con respecto a las aeronaves que van a despegar, no se permite que dos aeronaves estén simultáneamente en la pista por lo cual las aeronaves que quieran despegar deben esperarse hasta que la aeronave que este en la pista haya terminado su despegue.

Para tener una capacidad mayor se debe tratar de que el tiempo de ocupación sea el menor posible.

El factor dominante en el control del tráfico aéreo es la separación, pero además existen otros factores:

- a) Longitud del tramo común desde la entrada en la senda del ILS (instrumental landing System) hasta el umbral de la pista normalmente esta distancia es de 7.4 a 15 Km.
- b) La estrategia empleada por los controladores en la sucesión de las aeronaves que vuelan a diferentes velocidades.
- c) La probabilidad de violación de la regla de separación, reconociendo que no es posible mantener con precisión y en todo momento la separación recomendada.
- d) La sofisticación de los sistemas de control con la que los aviones pueden ser situados en el portal del ILS y la habilidad para monitorear las velocidades de las aeronaves y detectar su posición y movimientos.

Características de la demanda. La demanda no es constante a lo largo del tiempo, existen horas, días y épocas del año específicos en la cual la demanda aumenta, al diseñar un aeropuerto se debe analizar cuantas veces se presenta una demanda específica, para poder determinar si ocurre con una frecuencia tal que puede ocasionar molestias a los pasajeros. Se puede si la demanda ocurre muy esporádicamente no diseñar para la demanda máxima, en la cual el nivel de servicio bajara pero económicamente no es factible ni recomendable ampliar el aeropuerto para esa demanda.

Condiciones del entorno. Los factores del entorno que mas influyen sobre la capacidad de un aeropuerto son la visibilidad, las condiciones de la superficie de la pista, los vientos y los procedimientos para reducción de ruidos.

La configuración y disposición del área de maniobras. Para el proyectista el diseño y la configuración de un aeropuerto debe incluir la mayoría de los factores principales que afectan la capacidad de la pista. Como son cuando ha de incrementarse la capacidad de un aeropuerto para atender la demanda futura.

El proyectista del aeropuerto ha de considerar las mejoras en el diseño y configuración del conjunto de pista y su unión con las calles de rodaje, los principales factores que intervienen en esta relación son:

1. El número, separación, longitud y orientación de las pistas.
2. El número, colocación y trazado de las calles de rodaje de salida.
3. El trazo de las entradas a la plataforma

Métodos del cálculo de la capacidad

Los métodos para el cálculo de la capacidad los podemos dividir en:

- ◆ Empíricos
- ◆ De colas
- ◆ Analíticos•
- ◆ Simulación por computadora

Los empíricos consisten en acudir a los resultados obtenidos en las mediciones llevadas a cabo en los aeropuertos existentes, tales mediciones son la única base en la que se sustentan los cálculos de la capacidad del aeropuerto. Los métodos empíricos son también un elemento importante para el desarrollo y validación de tanto de los métodos analíticos como el simulación.

Los modelos de colas permiten determinar la longitud de la cola y las demora medias de las aeronaves en un aeropuerto con pocas operaciones. Estos cálculos pueden utilizarse como elementos de un modelo de simulación.

CAPACIDAD DE LAS PISTAS.

Para analizar la capacidad de las pistas se debe considerar la flota de aviones que recibirá el aeropuerto en el presente y el futuro. Se deben considerar que las compañías de aviones constantemente ofrecen aviones más grandes y con mayor capacidad. Para el análisis de las pistas nos interesa las características de la envergadura y las velocidades de despegue y aterrizaje del avión. La envergadura nos servirá para analizar el ancho de la pista, y las velocidades nos servirán para calcular el tiempo de maniobras de la aeronave.

Al tenerse que la flota definirá la capacidad de la pista, es importante que los diseñadores se pidan a las compañías de aviación estarán en el aeropuerto les proporcionen una lista de las aeronaves que tengan y el posible itinerario de vuelos que tendrá en el futuro.

Los estudios de la capacidad deben incluir casos en donde se tengan combinados aeronaves de distintos tamaños y velocidades, aterrizajes y despegues. Se deben realizar estudios espacio-tiempo, en los cuales se quiere obtener el tiempo que estará ocupada la pista.

El factor más importante que afecta la capacidad de la pista de aterrizaje es la separación entre los aviones sucesivos, y que depende a su vez de los apropiadas reglas de tráfico aéreo.

PLATAFORMAS

La capacidad de la plataforma significa la posibilidad de que una serie de plataformas pueda atender las operaciones de carga y descarga en condiciones de demanda continua.

Los factores que afectan la capacidad de la plataforma son:

- 1) Número y tipo de posiciones de estacionamiento
- 2) Tiempos de ocupación de la plataforma
- 3) Tipos de aeronaves que piden el servicio.
- 4) La cantidad de equipaje y correo que se cargara o descargara de la aeronave.
- 5) La eficiencia del personal en tierra

El tipo de posiciones de estacionamiento se refiere a la forma de acomodarse en la plataforma. El tipo de avión se refiere al tamaño del avión.

El tiempo de ocupación del estacionamiento es el tiempo para la entrada y salida a una determinada posición, carga y descarga de pasajeros y equipaje y abastecimiento de combustible. Este tiempo varía dependiendo del tamaño del avión y del tipo de vuelo, de tránsito, nacional o internacional. Los tiempos típicos son de 40 a 60 minutos dependiendo del tipo de avión.

CALLES DE RODAJE

Se ha observado en estudios que la capacidad de las calles de rodaje es mayor que la de las pistas y plataformas, por esa causa no se han desarrollado modelos para determinar la capacidad. Pero hay una excepción notable cuando la calle de rodaje cruza una pista, en estos casos, la capacidad de la calle de rodaje depende del volumen de operaciones de la pista, de la combinación de aeronaves y de la posición de la calle de rodaje con respecto a la cabecera de despegue.

1.2.5 TERRENOS DISPONIBLES.

Para la selección de los terrenos que se van a ser utilizados para la construcción de un aeropuerto deben tomarse en cuenta muchos criterios y factores, los cuales ocasionan que la cantidad de terrenos adecuados sean muy pocos. entre los principales factores y criterios podemos mencionar:

- 1) Tipo de desarrollo del área circundante
- 2) Condiciones atmosféricas
- 3) Accesibilidad al transporte terrestre.
- 4) Disponibilidad de terreno para su ampliación.
- 5) Presencia de otros aeropuertos en la zona.
- 6) Obstrucciones circundantes.
- 7) Economía de la construcción
- 8) Disponibilidad de medios.
- 9) Proximidad de demanda aeronáutica.

1) Tipo de desarrollo del área circundante. Este factor influye principalmente el aspecto del ruido, por lo cual resulta esencial hacer un estudio de los usos actuales y futuros de los terrenos adyacentes. El ruido es un factor de gran importancia cuando se prevén operaciones con aviones a reacción.

Siempre que sea posible se debe evitar la proximidad con áreas residenciales y colegios. En aquellos lugares donde se tengan poblaciones muy dispersadas, debe considerarse la posibilidad de redactar leyes que controlen el uso de los terrenos adyacentes, las cuales deben prohibir que se ocupen para actividades que pueden ser muy afectadas por el aeropuerto. Al redactar esas leyes se evitarán conflictos futuros. En cuanto a la red de comunicación de una comunidad, el aeropuerto es esencial e incluso integral de la misma. De aquí, el que esté sujeto a los mismos principios y reglas a las que están sujetos los demás Elementos de un plan comunitario y deberán de coordinarse con los planes tanto existente como futuros.

Es importante establecer alrededor del aeropuerto una zona que este controlada para evitar que sea ocupada por personas, además de que pueden servir para una futura ampliación. Para tratar de mitigar los problemas que se pueden ocasionar por el ruido, se ha dividido las áreas cercanas al aeropuerto en cuatro zonas de protección, en las cuales se especifican el tipo de desarrollos urbanos que se permiten. Es conveniente proteger legalmente mediante leyes del uso del suelo para evitar que sean ocupadas para otros fines, y más adelante surjan problemas por esto. En la siguiente tabla se muestran las zonas de protección:

ZONA	DESARROLLOS PERMITIDOS
A	Industriales
B	Industriales y Jardines
C	Zonas Residenciales, pero no escuelas
D	Cualquier desarrollo

2) condiciones atmosféricas. La presencia de niebla, bruma y humo reduce la visibilidad y por lo tanto produce el efecto de disminuir la capacidad del tráfico del aeropuerto, ya que la capacidad se ve afectada por la visibilidad, con condiciones de poca visibilidad se tiene baja capacidad. Se deben evitar colocar el aeropuerto en zonas donde exista poco viento que ocasiona que la neblina se muy frecuente, y cerca de una industrial donde se produzcan mucho smog.

3) acceso al transporte terrestre. El tiempo que tarda un pasajero en llegar al aeropuerto desde su casa, hay que tomarlo en cuenta. por lo cual debe escogerse una zona que quede cercana a la zona de población que más aporte al aeropuerto, procurándose que el tiempo sea menor posible. Se debe también buscar que quede cerca de vías de comunicación existente para evitar la construcción de caminos especiales.

4) disponibilidad del terreno de expansión. Se debe considerar la demanda de los aeropuertos en una gran mayoría de veces, tiende a aumentar considerablemente, lo cual provoca que se deben realizar ampliaciones, las cuales requieren de terrenos para poder construir pistas, calles de rodaje, edificios de pasajeros, etc. Por lo cual es importante contemplar La adquisición de los terrenos que rodean al aeropuerto para realizar las ampliaciones, es conveniente que desde un principio esos terrenos pertenezcan al aeropuerto.

5) presencia de otros aeropuertos en el área. Cuando se va a seleccionar la posición de un nuevo aeropuerto o alguna ampliación, debe contemplarse la presencia de los aeropuertos que se encuentran cercanos a la zona. Los aeropuertos deben situarse a una suficiente distancia uno de otro para prevenir que los aviones que estén realizando un aterrizaje en un aeropuerto interfieran con las operaciones de los otros. La distancia mínima entre aeropuertos depende por completo del volumen y tipo de tráfico y de si los aeropuertos están equipados para operar bajo condiciones de poca visibilidad (IFR Instrumental Rules Flight). Las operaciones en el aire son mucho más complicadas durante los periodos de poca visibilidad. En condiciones de vuelo instrumental, el control de tráfico separa a los aviones en aerovías y mantienen el control hasta que cada uno y en su turno puede intentar la aproximación instrumental al aeropuerto.

La disponibilidad de varios aeropuertos en un área metropolitana puede tener gran influencia en sus respectivas capacidades. Si están situados muy cerca uno del otro pueden estorbarse entre ellos hasta el punto de que los dos aeropuertos pueden llegar a no tener más capacidad, en condiciones IFR, que la que tuviera uno sólo.

La ubicación de un aeropuerto debe de estar armonizada con la configuración del tráfico de sus aerovías si se desea que no se dé lugar a conflictos en las corrientes del tráfico. Resulta imperativo el que el ingeniero proyectista consulte con el organismo encargado de la administración de los aeropuertos del país sobre la conveniencia de la ubicación de un aeropuerto con relación al control del tráfico aéreo.

6) obstáculos en las inmediaciones. La localización del aeropuerto debe tomar que las solas que lo rodean estén libres de obstáculos, o si no lo están que existen las posibilidades de quitarlos. La disposición y protección de unas aproximaciones adecuadas al aeropuerto necesitaran restricciones de alturas en los alrededores del mismo y en la línea con las pistas. Deberán tomarse medidas en la fase de planeamiento para evitar la posibilidad de creación de futuras obstrucciones a los aviones que utilicen el aeropuerto. La adquisición de los bienes inmuebles necesarios para proteger los accesos no es obviamente económicamente factible. De aquí que el de la Zonificación de las restricciones de alturas deba de iniciarse tan pronto como la localización haya sido elegida. Los espacios libres están especificados por la Federal Aviation Administration (FAA) y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

7) economía de la construcción. Se deben escoger terrenos que nos den un costo de construcción lo más económico posible, se deben seleccionar terrenos principalmente planos para evitar así el movimiento de tierras, las cuales ocasiona que el costo sube mucho.

8) disponibilidad de recursos. Un aeropuerto necesita de una gran cantidad de recursos naturales para su funcionamiento. Entre los recursos que más se utilizan son el agua, el gas natural, petróleo, energía eléctrica y combustible para los aviones y vehículos de superficie. Al seleccionar la localización, debe de darse importancia a la posibilidad de obtención de estos recursos. La mayor parte de estos suministros legan al aeropuerto mediante camión, ferrocarril, barco o tubería. Otro factor que debe de tenerse en cuenta es la red de alcantarillado. En un nuevo aeropuerto que no dispone de alcantarillado cercano, debe de construirse una planta de distribución. En el caso de la energía eléctrica, la mayor parte de los aeropuertos deben proveerse de sus propias plantas generadoras para utilizarlas en caso de emergencia debido a que el suministro electrónico falte.

9) **planificación de la utilización del terreno.** Los aeropuertos pueden considerarse incluidos en dos tipos de zonificación. Una de ellas es el de zonificación por altura y otra por zonas de peligro, siendo la misión principal la de proteger de obstáculos las proximidades del aeropuerto.

Cuando se consideran actividades comerciales e industriales hay que tener cuidado de asegurarse que tales actividades no interfieran con las maniobras de las aeronaves. Es conveniente poner instalaciones recreativas como campos deportivos. Los usos agrícolas son adecuados siempre y cuando no atraigan pájaros.

1.2.6 VÍAS DE ACCESO.

Los caminos de acceso deben comunicar al aeropuerto con todas aquellas posibles zonas que van a aportar pasajeros o carga al aeropuerto. Por lo cual deben unir las zonas más representativas o con un peso económico de ingresos grande para aeropuerto.

Los caminos de acceso pueden ser vías ya existentes, las cuales van a ser remodeladas o ampliadas para poder brindar un mejor acceso al aeropuerto. O también pueden ser vías construidas específicamente para el aeropuerto.

Los caminos de acceso se dividen en tres tipos:

Conexión entre el aeropuerto y una vía ya existente. Para este tipo de caminos se debe verificar los caminos existentes tengan la capacidad para poder recibir el tráfico producido por aeropuerto y el tráfico normal del camino. Si el camino no tiene la capacidad, se deberán realizar ampliaciones, o obras civiles que provoquen que el tráfico sea más fluido como por ejemplo puentes, túneles. O quizá simplemente se necesite mejorar las condiciones del camino por ejemplo un pavimento muy dañado provocada que la velocidad del camino sea más baja que si el camino estuviera bien.

Entronque del aeropuerto hasta los límites de la zona urbana. Para el diseño de este tipo de camino se debe identificar el tránsito que existe por consecuencia del aeropuerto y el tránsito que pasa por ese camino para otros fines. Para ver si se necesitan ampliaciones del camino. El tramo que une al aeropuerto con el camino existente será sólo diseñado para solamente para el tráfico del aeropuerto.

Vías de acceso dentro de la zona urbana que lleguen a las zonas de más altos ingresos para el aeropuerto Se deben identificar las rutas que lleven a las zonas urbanas generadoras de ingresos para el aeropuerto y analizar si esas rutas están en las condiciones de brindar un acceso rápido al aeropuerto, para el caso contrario mejorarlas o ampliarlas.

Para planear la capacidad que deben tener los caminos de acceso se debe calcular la relación numérica entre pasajeros y visitantes, cuantificándose el grado de ocupación de los vehículos, también habrá de determinar el número de empleados que laboran en el aeropuerto y sus necesidades de estacionamiento. Finalmente hay que evaluar cuantitativamente el tránsito de vehículos de otros servicios, en general de proveedores, ya que estos influyen igualmente en la planificación de los caminos del aeropuerto.

Para calcular el tránsito vehicular y las instalaciones que este requiere, se necesitan recopilar datos acerca del volumen de tráfico de pasajeros, visitantes, empleados, mercancías y servicios de apoyo. Una vez obtenidos estos volúmenes se procede a convertirlos en volúmenes de tránsito vehicular.

En el aspecto operacional, el componente principal de tránsito vehicular a nivel internacional es el automóvil (taxi, automóvil particular y auto rentado), los que siguen son el autobús y el tren.

El punto de partida para poder estimar el tráfico terrestre que se genera debido a los pasajeros por vía aérea es una consecuencia de la previsión del tráfico aéreo futuro. Resulta deseable tener una previsión de la distribución de la demanda de pasajeros en cuanto a embarque o desembarque de los mismos, por lo menos en las horas pico del día.

El siguiente paso es estimar el modo de división del transporte terrestre entre las diferentes alternativas disponibles, en las que se incluyen los automóviles particulares, los taxis y los autobuses.

Después de estimar un modelo, resulta necesario estimar el grado de ocupación de cada uno de ellos (pasajeros/vehículo). Una vez obtenida la forma de llegar al aeropuerto los pasajeros del avión y la ocupación media por modo utilizado, puede determinarse el número de vehículos que originan tales pasajeros. Utilizando las normas de capacidad de carreteras puede definirse el número de vías de tráfico que se requieren. Además de la estimación del número de pasajeros, debe de hacerse también una estimación del número de viajes que ocasionan los visitantes del aeropuerto que no acompañan a los viajeros.

En algunos casos la cifra puede llegar a ser del 15 al 25% del tráfico de pasajeros. Otro medio de aproximación es el correlacionar los pasajeros por aire hora por hora con la correspondiente actividad en tierra mediante un análisis de regresión múltiple.

Los modelos de regresión incluyen la hipótesis inherente de que el flujo de tráfico tierra-aire se mantendrá en el futuro, lo cual puede no ser cierto si se altera el modo de llegada al aeropuerto con la introducción del medio de transporte por Ferrocarril rápido. Por esta razón la aproximación mediante la regresión resulta satisfactoria en principio, pero hay que intentar conseguir un mayor conocimiento de los diferentes factores que generan el tráfico por tierra para llegar a un mejor conocimiento de las necesidades futuras en cuanto al tema se refiere.

El tráfico generado por los empleados puede sobrepasar al de los pasajeros y visitantes en algunas horas, esto hace necesario considerar el acceso de los empleados por separado ya que normalmente tiene un diferente origen-destino que puede influir sobre las condiciones de acceso. Los estudios realizados han demostrado que no existe una gran relación entre el número de empleados de un aeropuerto y el total anual de pasajeros por aire.

Una vez que se conoce el volumen total de tráfico que entra al aeropuerto, se le debe asignar un espacio dentro de los límites de aquél. Es esencial el que el tráfico de vehículos en el área del edificio terminal esté bien planificado, ya que si no producirían problemas de congestión y demoras.

La circulación del tráfico debe hacerse generalmente en una dirección. Las calles deben de ser lo suficientemente anchas que permitan el cruce. Las indicaciones sobre la llegada y salida de aviones de las distintas líneas aéreas, así como los servicios de estacionamiento, deben de ser lo suficientemente efectivos, se debe tener el tamaño idóneo y en la proporción necesaria en cuanto al número de señales de tránsito se refiere.

Los accesos para peatones deben ser directos, bien señalizados e iluminados adecuadamente. Debe de verse la existencia de andenes cubiertos en la entrada al edificio terminal si existen muchas posibilidades de que haga mal tiempo y las distancias a recorrer sean largas.

1.2.7 ESTUDIO AMBIENTAL

Los factores ambientales deben de considerarse cuidadosamente al establecer un nuevo aeropuerto o ampliación de uno ya existente. Deben de realizarse estudio sobre las consecuencias que la construcción y funcionamiento de un nuevo aeropuerto puede producir en cuanto a la obtención de niveles aceptables de calidad del aire, agua, ruido, procesos ecológicos y desarrollo demográfico se refiere, de tal manera que puedan desarrollarse las actividades del aeropuerto de la forma más completa.

El ruido de los aviones es el problema ambiental más importante a la hora de considerar el desarrollo de las instalaciones de un aeropuerto. Mucho se ha hecho para conseguir motores con menos ruido y para modificar los procedimientos de vuelo, lo cual ha servido para conseguir reducciones considerables del mismo. Otros medios efectivos para mitigar el problema del ruido es el de planificar adecuadamente las áreas adyacentes al aeropuerto.

En el caso de un aeropuerto existente, el problema es mayor ya que en estos terrenos pueden concentrarse edificios construidos. De todas las maneras se debe intentar conseguir que el tráfico aéreo se oriente fuera de las zonas edificadas.

Otro aspecto importante es la contaminación atmosférica y del agua, desperdicios industriales y aguas negras que se originan en un aeropuerto y los trastornos ambientales propios. Con respecto a la contaminación del agua, el aeropuerto puede ser uno de los mayores responsables de la contaminación del agua, si no esta acondicionado para dar salida a las aguas residuales. El estudio ambiental debe incluir un apartado en el que se diga como se evitará la contaminación del agua.

La construcción de un nuevo aeropuerto puede tener mayores consecuencias en el ambiente natural y esto resulta cierto en aquellos lugares en los que hay que variar los cursos de agua y los drenajes naturales, cambiar las costumbres de los animales salvajes y remodelar las zonas de recreo. El estudio ambiental debe indicar como se pueden aliviar todas las inconvenientes.

Para la preparación de un estudio ambiental o de sus consecuencias ambientales el gobierno federal exige que las conclusiones incluyan los siguientes temas:

- ◆ Las consecuencias ambientales del desarrollo propuesto.
- ◆ Cualquier tipo de efecto ambiental que el plan diseñado no puede evitar, será profundamente estudiado.
- ◆ Las posibles alternativas sobre el plan propuesto.
- ◆ La relación a corto plazo entre las necesidades ambientales del ser humano y el mantenimiento y mejoramiento de la productividad a largo plazo.
- ◆ Cualquier variación del tipo ambiental, que pudiera producirse de una forma irreversible, a causa del desarrollo, deberá ser profundamente analizada.
- ◆ Consecuencias producidas por el crecimiento inducido.
- ◆ Medidas para reducir al mínimo posible el impacto producido por el crecimiento.

Se debe tomar en cuenta que el proyecto no provoque:

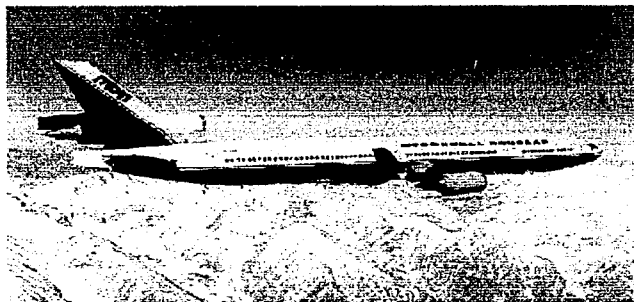
- ◆ Afectos notablemente en el nivel del ruido ambiental para un número significativo de personas.
- ◆ Desplazamiento de un número grande de personas.
- ◆ Tener un efecto significativo tanto estético como visual.
- ◆ Dividir una comunidad ya establecida o romper usos ya existentes (separar áreas residenciales de las áreas de recreo o de los centros comerciales).
- ◆ Producir cualquier efecto en áreas de cierto interés y de belleza panorámica.
- ◆ Destruir o perjudicar áreas de recreo importantes.
- ◆ Alterar de manera sustancial el modo de vida de las especies.
- ◆ Perjudicar de una forma importante la vida salvaje, anidadas o terrenos de pastoreo.
- ◆ Incrementar significativamente la contaminación del aire o del agua.
- ◆ Afectar adversamente el nivel freático de una zona.
- ◆ Causar una congestión excesiva en los medios de transporte terrestre ya existentes.
- ◆ Efecto negativo en el plan de utilización del terreno de la región en cuestión.

La preparación de un informe sobre las consecuencias ambientales es de la mayor importancia en el proceso de planificación de un aeropuerto. El informe deberá identificar claramente las acciones que deben de llevarse a cabo para aliviarlas. A menos que el informe sea lo suficientemente razonable, el desarrollo del aeropuerto puede verse en peligro.

Para cada uno de los factores anteriormente descritos se debe llevar a cabo una evaluación, en la cual se indicaran los pros y los contras que presenta el proyecto, finalmente la evaluación debe indicar si el proyecto es factible. En caso de no serlo y si es posible se pueden dar recomendaciones para realizar las modificaciones pertinentes, para que el proyecto sea factible. Una vez evaluado cada uno de los factores individualmente, se hará una evaluación general en la cual se analizarán todos los factores que intervienen en el proyecto. En esta evaluación se comparan los resultados individuales, y en caso de ser necesario se podría modificar el proyecto en alguna de sus partes para tratar de contrarrestar las desventajas que presenta alguna parte. Finalmente se debe indicar si el proyecto es factible y bajo que condiciones debe llevarse a cabo.

CAPÍTULO II

EL AEROPUERTO DE LA CD. DE MÉXICO AYER Y HOY.



OBJETIVO

El presente capítulo tiene el objetivo de analizar el aeropuerto Internacional de la Ciudad de México desde sus inicios de operación, hasta el año 2000. Se describirá la evolución que se ha tenido y los principales problemas que se han presentado durante su operación, para con esto apreciar la necesidad que se tiene de realizar proyectos de ampliación de la capacidad instalada e inclusive de la construcción de un nuevo aeropuerto.

2.1 Antecedentes del aeropuerto de la Ciudad de México.

El primer vuelo controlado con un aparato más pesado que el aire tuvo lugar en Kitty Hawk (Carolina del Norte) el 17 de diciembre de 1903 y fue llevado a cabo por los hermanos Wilbur y Orville Wright. La aviación comenzó a desarrollarse durante la primera mundial, en la cual las aeronaves se utilizaron en combate, se estima que se utilizaron cerca de 200,000.

Al terminar la guerra la existencia de una considerable cantidad de material de vuelo que ya no tenía utilidad práctica y la existencia de una gran cantidad de pilotos altamente adiestrados, fueron las base del desarrollo de la aviación comercial. La aviación comercial nace en Alemania cuando el biplaza Rumpler C.I. se utilizó con fines comerciales. Los vuelos comerciales regulares entre Londres y París se iniciaron en agosto de 1919. En Estados Unidos el primer servicio regular se inauguró entre Nueva York y Washington en mayo de 1918. En 1920 se inaugura la ruta Nueva York - San Francisco.

La aviación civil en la Ciudad de México se inició a principios de la década de los 20's. El aeródromo que se utilizaba en esa época era el que ocupaba la aviación militar en los llanos de Balbuena. Este aeródromo estaba constituido por pistas de tierra, debido a que las aeronaves de esa época no necesitaban más que de una superficie plana en la que pudieran aterrizar y despegar. Los primeros vuelos fueron realizados por pilotos aficionados, que escogieron esos terrenos debido a que la topografía que tenían y la lejanía en aquel entonces de la Cd. de México. Ya para el año de 1922 se habían determinado empíricamente la dirección de los vientos dominantes, y estos fijaban dos direcciones principales que se fueron utilizando y llegando a formar lo que se podría llamar dos pistas principales, estas pistas solo estaban formadas por terracería y se habían definido toscamente los linderos del área ocupada por la longitud de esas pistas.

El desarrollo del avión al finalizar los años veintes fue espectacular y para los años treinta las líneas aéreas ya volaban aviones de 12 o 14 pasajeros a través de los Estados Unidos, aunque haciendo escalas frecuentes para reabastecerse de combustible.

Las velocidades alcanzadas por los aeroplanos comerciales (100 millas por hora), no tardaron en ser superadas por aeroplanos más veloces que alcanzaban las 140 o 160 millas por hora, valiéndose de motores más potentes.

Esta situación hizo que se tuviera que aumentarse sistemáticamente la longitud de los campos de aviación, el cuidado de los aeroplanos, su manejo en el despegue, el aterrizaje y la necesidad de contar con pistas que tuvieran la suficiente resistencia y dimensiones adecuadas para los aeroplanos utilizados ya regularmente en servicio de pasajeros.

2.1.1 CAPACIDAD AL INICIO DE OPERACIONES.

Debido al crecimiento de la industria aérea y el peligro que representaba operar en las pistas de tierra, el 1 de Junio de 1928 por acuerdo presidencial se crea el Departamento de Aeronáutica Civil, quedando al frente el Ing. Juan Guillermo Villasana.

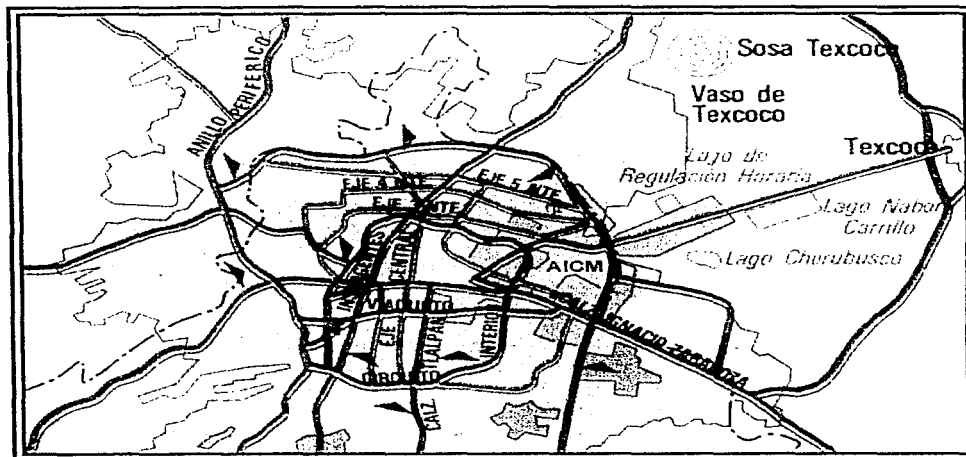
La principal tarea a la que se dedicó el nuevo organismo era la de construir un aeropuerto para la Ciudad de México, para el cual se desarrolló el proyecto "Localización y construcción del aeropuerto para la Ciudad de México".

El proyecto contemplaba que el aeropuerto tuviera el nombre de "Puerto Central Aéreo". Este aeropuerto incluiría aparte de las pistas y hangares, campos deportivos para los pilotos y turistas, una escuela de aviación y un edificio para el Aéreo Club de México.

Los trabajos de deslinde y fijación del perímetro del aeropuerto se iniciaron en junio de 1928, pero no fue, hasta el año de 1929 que salió la aprobación definitiva del proyecto del Ing. Juan Guillermo Villasana para el que definitivamente se llamaría "Aeropuerto central de México", y que estaría ubicado en los terrenos de los ejidos del Peñón.

Los terrenos eran de propiedad Federal en la parte norte, y en la parte oriente pertenecían al Sr. Fayat. El área autorizada, correspondía a la zona lacustre del antiguo lago de Texcoco, cuyo subsuelo está formado por una capa de arcilla lacustre de origen volcánico, la cual tiene gran plasticidad y alta compresibilidad, encontrándose el nivel freático en esa época a menos de un metro de profundidad.

En la siguiente figura se muestra la localización del Aeropuerto con respecto a la Ciudad de México.



(Referencia 9)

Fue a fines de la citada década, cuando se inició la construcción de la pista 05 (hoy 05-Izquierda) con solo 1000 m de longitud y la 10-28 para vientos cruzados con 1,250 m que eran suficientes para el tipo de aeronaves que operaban en esa época. 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 cm considerado adecuado para el tipo de tráfico que ocupaba en aquella época, que consistía en aviones Lincoln Standard y Trimotor Ford con pesos de 1,500 y 5,000 Kg. respectivamente.

Para fines de los años 30's se fue adquiriendo equipo de vuelo de mayor capacidad y peso, siendo estos los aviones DC-2, Lockheed 10, Electra de 14 plazas y 10 plazas respectivamente, así como el DC-3 de 21 plazas y peso máximo de 11,500 Kg.

El primer edificio de pasajeros el cual fue terminado en 1931, constó de una bóveda central y dos alas norte y sur de dos niveles. Teniendo en el primer nivel locales de las 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 bajo dicho puente.

Westinghouse fue la compañía que diseñó y construyó el primer sistema de alumbrado del Aeropuerto Central de México. Se instaló también un faro en el Cerro del Peñón las luces del linderero, las de señalamiento de obstáculos. Las obras eléctricas se terminaron el 11 de febrero de 1931.

En 1931 la SCOP inauguró el "Aeropuerto Central de México", y como dato importante es de destacar que el primer piloto aviador que utilizó la pista 05 fue el capitán Felipe H. García un 5 Noviembre de 1929. Cuando se inauguró el aeropuerto contaba con una superficie de 103.5 Ha. Contaba con 3 pistas las cuales tenían longitudes de 1,250, 1,200 y 1,000 m. y un ancho de 40 m. Se tenía un sistema de calles de rodaje con una longitud total de 1,000 m. por 20 m. de ancho.

2.1.2 AMPLIACIONES DE LA CAPACIDAD QUE SE HAN REALIZADO.

En el año de 1933 un fuerte temblor ocasionó daños en la gran bóveda y en la nueva terminal que se estaba construyendo ocasionaron que estas dos obras tuvieran que demolerse.

Por 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, ubicando 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 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 aumentado en la parte sur de una ala y una plataforma para recibir vuelos internacionales de PAN, AMERICAN AIRWAYS, TACA, AIR FRANCE, KLM, CANADIAN PACIFIC, agregándose además servicio de aduana e inmigración.

Añadiendo a esta remodelación en el vestíbulo central de un mural de Juan O'Gorman como elemento decorativo llamado "La conquista del aire por el hombre".

En 1937 se empezaba a construir la pista 14-32 por ser esta dirección la que cubría el mayor porcentaje de vientos cruzados y ofrecía mayor seguridad que la existente 10-28. Una vez terminada la pista tuvo una longitud inicial de 1,715 m. Se abrió al tráfico aéreo y se cambió a pista de acceso o de rodaje a la antigua pista 10-28.

En los años 40's se construye una pista paralela a la 05 (la pista 05D-23I) con una longitud de 1,600 m.

A mediados de los años 40's se prolongan las pistas principal 05I hasta 2700 m y la 05D hasta 3000 m. En la pavimentación de las prolongaciones citadas, se desechó la base Telford y se empleó grava cementada, con espesores entre 60 y 70 cm, incluyendo 10 cm 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 Stratocraisers con capacidad de 33 pasajeros y 22,500 Kg. de peso.

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 1 de junio de 1945, pero la radionavegación aeronáutica se inició en 1942 con American Airlines con la instalación del Radio Faro (NDB) de Tepexpan, en la frecuencia de 359 KHZ, con la que operó la primera Aerovía Nacional MEX-MTY, vía Actopan y Tamuín.

En lo referente a hangares, los dos primeros se construyeron fueron edificados por la compañía Mexicana de Aviación y el segundo por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

El constante crecimiento en la industria de la transformación aérea fue inminente y en 1948 se toma la decisión de construir una segunda pista paralela a la existente, la 05D-23I, que ayudaría a absorber una parte de la creciente demanda que se presentaba en esa época.

En 1950 se inicia la construcción de la pista 13-31, la cual fue terminada en 1954. Y se refuerza el espesor de la pista 05D, colocando entre 20 y 30 cm de grava cementada y 10 cm 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, el cual comenzaba a operar en México.

Con esos espesores estuvo operando la pista, hasta finales de la década de los 50 en que nuevamente se prolonga la pista 05D-23I hasta 3300 m, empleando en su pavimentación espesores de hasta 4.5 m. debido a que en este último punto cruzaba el río unido.

A principios de la década de los 50's 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 Noreste del aeropuerto, en la zona del Cerro del Peñón.

Oficialmente se inaugura el tercer edificio el 1 de Junio de 1954, constando el edificio con 280 m. de longitud, 24 puertas de acceso, sistemas de andenes techados para accesos a taxis y terrazas de observación. Dividendo este nuevo edificio en tres secciones; el vestíbulo central, la sección de empresas aéreas de aviación nacional y la sección nacional.

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

Aumentaba la capacidad de las aeronaves y el tráfico aéreo que excedía las expectativas y al llegar el año de 1960 se iniciaba la era del Jet en México, por la compañía Mexicana de Aviación adquirió las aeronaves de Havilland Comet 4-C y Aeronaves de México obtuvo el DC-8. En 1960 año en que por primera vez se emplea el diseño denominado sección compensado 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 110 cm.

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

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

Para finales 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, sales móviles. Del lado sur del edificio se construyeron áreas nuevas.

El 15 de agosto de 1979 el entonces presidente José López Portillo inauguro las obras de remodelación programadas en el mismo año, debido al aumento que se presentaba en la demanda de pasajeros, estas obras constituirían 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 1980 durante los meses de Mayo y Agosto se cierra a la operación la pista 05I-23D. 112 días para ampliarla a 45m de ancho y prolongarla 506 m. En la actualidad las pistas del Aeropuerto soportan la carga de aeronaves como el B-747, el cual pesa 350 Ton.

En el año de 1991 se amplía nuevamente el edificio de pasajeros, área en que se ubico la nueva sala internacional la cual fue terminada en 1994 y tiene una superficie de 74,240 m².

En la actualidad el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México está constituido por dos pistas paralelas separadas 300 m. de eje a eje, la tercera pista con orientación 13-31 para vientos cruzados de 2300 m de longitud de 40 m de ancho, no es utilizada como tal sino como calle de rodaje.

La identificación de las pistas paralelas es 05D-23I y 05I-23D teniendo la primera de estas una longitud de 3900 m, por 45 m de ancho y la segunda 3846 m. de longitud por 45 m de ancho.

Ambas pistas se utilizan tanto para salida como para aterrizajes.

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

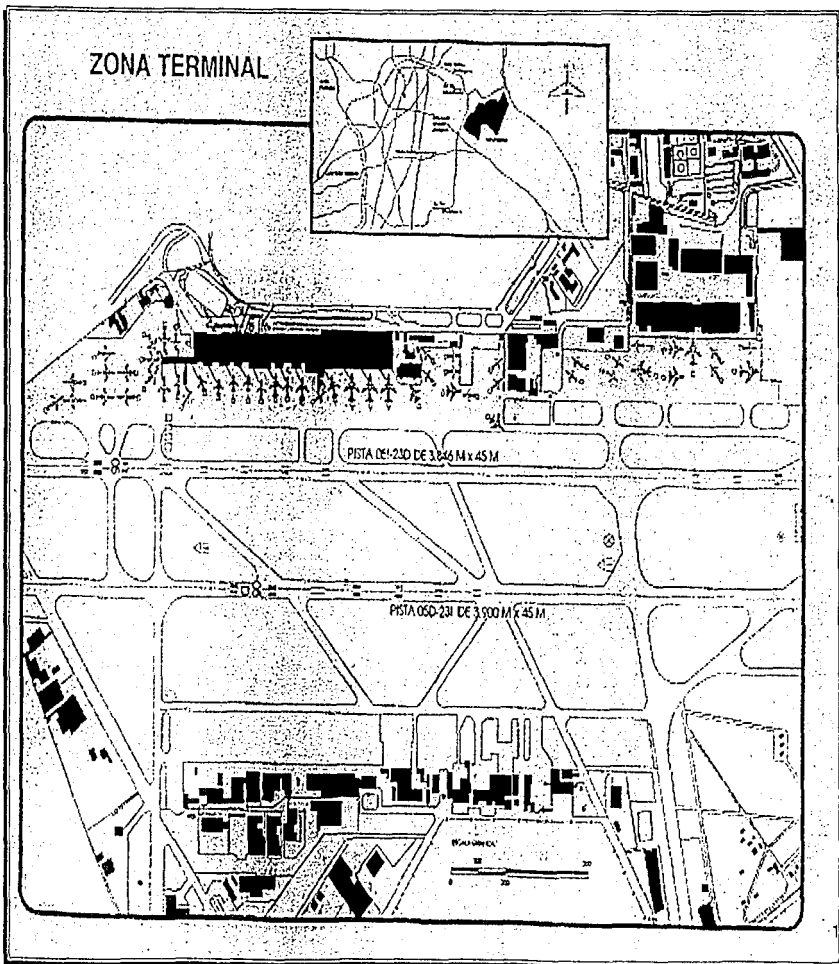
El sistema de pistas en el aeropuerto consiste de los siguientes elementos.

- 1) Pavimento estructural que soporta la carga estructural aplicada por el peso de la aeronave. También debe permitir maniobrabilidad, control y estabilidad.
- 2) Los márgenes adyacentes al término 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. esta área esta definida para prevenir la erosión de las superficies adyacentes a los finales de la pista; las cuales están sujetas a un prologando o repetido chorro de reacción de las aeronaves.
- 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 las aeronaves. En el AICM se tienen en las cabeceras 05I y 05D zonas que se consideran de parada, estas no se construyeron como zonas de parada más bien han sido el resultado del desplazamiento de umbral en las cabeceras mencionadas. No se tiene estas zonas con otro tipo de pavimento de mayor resistencia.

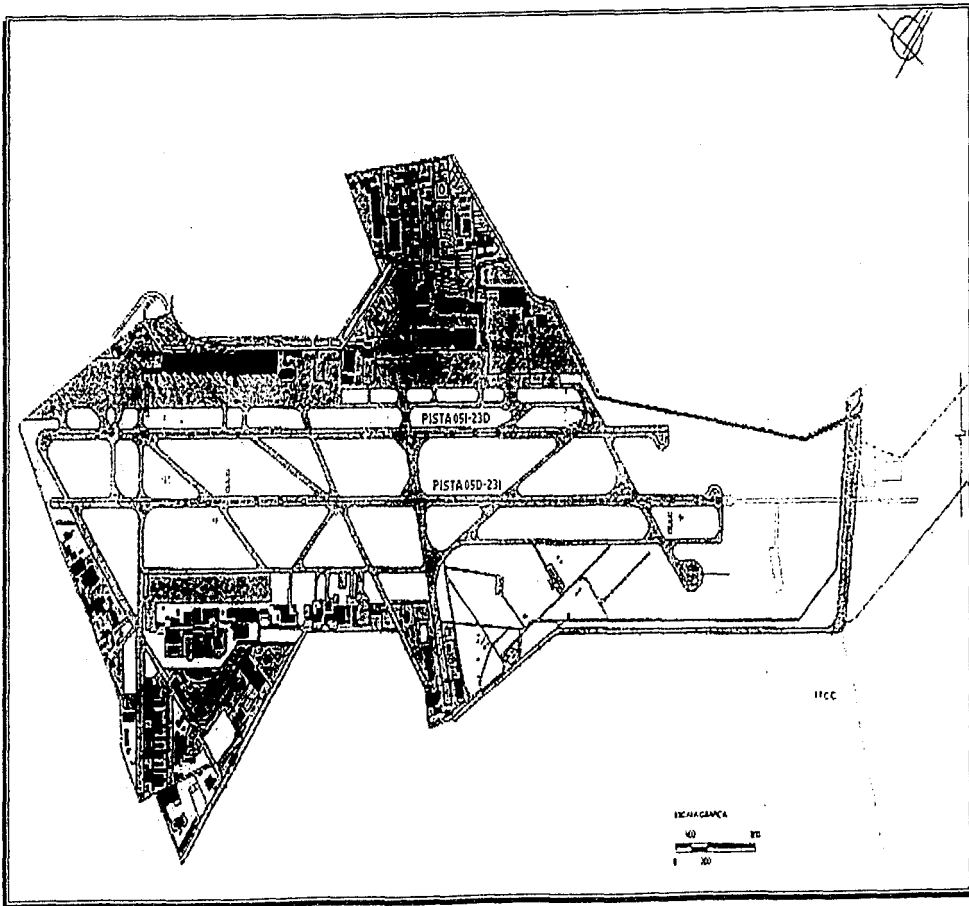
- 5) El aérea de seguridad de pista la cual ha sido despejada, e incluye el pavimento estructural, los márgenes adyacentes, el sector contra chorros y una zona de parada, esta are debe ser capaz de soportar equipo de emergencia y mantenimiento, así como también proporcionar soporte a las aeronaves en 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.
-
-

En las siguientes páginas se muestran las figuras que muestran las instalaciones actuales del AICM.

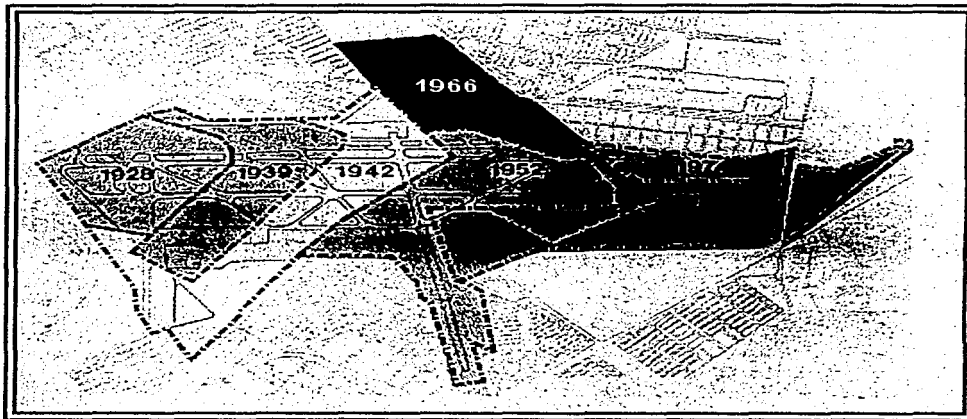


(Referencia 10)



2.1.3 HORIZONTE DEL PROYECTO.

El aeropuerto Internacional de la Ciudad de México desde su construcción a finales de la década de los 20's, en numerosas ocasiones ha sido objeto de ampliaciones de sus instalaciones. La necesidad de contar con nuevas y más grandes instalaciones origino que la superficie del aeropuerto tuviera que aumentar con el paso del tiempo para tener en la actualidad una superficie de 750 Ha. Las principales ampliaciones que se han realizado con respecto a la superficie que ocupa el aeropuerto se realizaron en los años 1939,1942,1952,1966 y 1974. En la figura siguiente se muestra el crecimiento que ha tenido el aeropuerto.



(Referencia 23)

El área terminal actual fue diseñada y construida al iniciarse la década de los cincuenta, en una época en la que la aviación comercial, todavía con aviones de hélice, comenzaba apenas el gran desarrollo que la caracterizo después de la segunda guerra mundial, y que la ha llevado a sustituir en gran medida a otros modos de transporte, tanto al terrestre para los viajes de mayor distancia, como al marítimo en los viajes intercontinentales.

Es evidente que el diseño original del aeropuerto fue muy bueno para la época en que fue construido, puesto que sus instalaciones, a lo largo de las cuatro décadas subsiguientes, han podido sostener adecuados niveles de servicio ante una demanda multiplicada varias veces con respecto a esa época, y asimismo, han podido asimilar todas las innovaciones tecnológicas ocurridas en ese lapso, en materia de atención de pasajeros, manejo de equipaje y servicio a las aeronaves.

Sin embargo, desde hace algunos años se ha hecho patente que la concepción original del aeropuerto había llegado a su límite de su capacidad para satisfacer nuevas necesidades de crecimiento, tanto en su área de operaciones, como en su área terminal.

El edificio no puede continuar con la expansión longitudinal como ha crecido hasta ahora y conservar la operación eficiente. Nuevos desarrollos en las condiciones actuales, tendrían que construirse también en forma longitudinal, puesto que la terminal se encuentra confinada entre las plataformas y pistas, y las zonas habitacionales que rodean al Cerro del Peñón.

Así por ejemplo durante los años 1980 y 1981 en las que el aeropuerto alcanzó su máxima demanda de servicio para esa época, se pudieron observar grandes dificultades de acceso y otras desventajas para los usuarios, y aun riesgos de graves perturbaciones en la operación del aeropuerto, motivadas por la coincidencia de situaciones de emergencia en una pista, con trabajos de reparación y conservación en la otra.

El aeropuerto en la época de la construcción del área terminal actual tenía una capacidad aproximada de 8 millones de pasajeros. Con las constantes ampliaciones y cambios en el funcionamiento como por ejemplo el traslado de la aviación general al aeropuerto de Toluca en 1992, en la actualidad el aeropuerto tiene una capacidad aproximada de 20 millones de pasajeros por año, los cuales si consideramos la demanda actual la cual en 1995 fue de 15,853,812 pasajeros por año y los pronósticos de demanda realizados por ASA y la SCT, los cuales se vieron seriamente afectados por los problemas económicos que se viven en México desde 1995, los cuales ocasionaron que la demanda de transporte bajara de un 16% de 1994 a 1995. Por lo anterior la época en la cual se piensa que el aeropuerto alcance su máxima capacidad la cual había sido planeada para los años de 1996, se recorrerá hasta el año 2002 o 2003.

Lo anterior permite que tengamos cierto tiempo en la que el servicio que proporciona el aeropuerto pueda brindarse con seguridad, el cual se puede aprovechar para planear y construir nuevas instalaciones, que se podrán utilizar inmediatamente después de la saturación de las instalaciones actuales.

Los últimos pronósticos realizados por ASA y SCT en 1996, tienen tasas de crecimiento muy inferiores a las que habían presentado antes de la crisis de 1995, este cambio en las tasas de crecimiento provocó que el horizonte de proyecto se recorra con respecto a los proyectos planeados antes de la crisis de 1994. Los pronósticos indican que aproximadamente entre los años 2025 y 2030 (escenario alto) se presentaría una demanda de 50 millones de pasajeros por año, la que representa la demanda con que se piensa diseñar la primera etapa de todos los proyectos de solución al problema aéreo de la Ciudad de México. Por lo cual se concluye que para las condiciones actuales, la construcción de nuevas instalaciones en su primera etapa, nos permitirían solucionar el problema de demanda para un horizonte de 30 años.

2.1.4 INVENTARIO DE INSTALACIONES ACTUALES.

A continuación se mencionaran las instalaciones que actualmente existen en el Aeropuerto de la ciudad de México, los datos que se mencionaran a continuación fueron obtenidos del Sistema Estadístico Aeroportuario de 1996 y de la comandancia general del aeropuerto.

El aeropuerto consta de 2 terminales: Terminal 1 y Terminal 2. **La terminal 1** se divide en Nacional e Internacional, y se reciben a todos los pasajeros que utilizan las líneas aéreas comerciales. **La terminal 2**, es la terminal de aviación general y se reciben pasajeros especiales, la superficie total es de 772.58 Ha.

Edificio terminal

Nacional:	El edificio Nacional tiene una superficie de 102,930 m ² y fue entregado a A.S.A. en 1965 y se construyó en 1954. Este edificio consta de 3 salas de espera, 3 restaurantes, áreas concesionadas, en el mezzanine se encuentran localizadas las oficinas administrativas de la Gerencia General del A.I.C.M. de dependencias del gobierno de líneas aéreas. Esta terminal esta conectada con un estacionamiento vertical por medio de dos puentes, así como con un Hotel, cuenta con una sala de espera de concentracion y con 17 salas de última espera.
Internacional:	El edificio terminal internacional tiene una superficie de 74,240 m ² y fue terminado en 1994. Este edificio consta de 3 salas, tiene planta baja y tres niveles, además tiene anexo con un estacionamiento vertical. Esta estructura esta conectada directamente a la nueva terminal terrestre. El acceso es a base de 4 puertas.(2 automáticas), una tercera que conecta al estacionamiento y la última que lo une con el edificio nacional.

Pistas, Calles de Rodaje y Plataformas

El aeropuerto cuenta con 2 pistas que son denominadas 05D-23I y 05I-23D, la primera tiene una longitud de 3900 m. por 45 m de ancho, y la segunda 3,846 m. por 45 m. de ancho.

Para la unión de las pistas y las plataformas, se cuenta con 18 calles de rodaje con longitudes variables y de ancho de 23 m. Todo las pistas, calles de rodaje y plataforma son de concreto asfáltico y con capacidad para acarreo de cualquier tipo de avión con excepción de la calle de rodaje E-1. La estructura del pavimento es variable que va de 30 cm de sub-base, 50 cm de base y 20 cm de carpeta asfáltica.

Características Físicas de Posiciones.

Plataforma remota Sur	8 unidades
Plataforma remota Norte I	11 unidades
Plataforma remota Norte II	4 unidades
Edificio Terminal Móviles	3 unidades
Edificio Terminal Contacto	21 unidades
TAG	17 unidades
Plataforma Fiscal	7 unidades
TOTAL	65 unidades

Tipos de posiciones

Posiciones Remotas	Los pasajeros abordan por medio de salas móviles y aerocares.
Posiciones de Contacto.	Los pasajeros abordan por medio de los pasillos telescópicos.
TAG.	Los pasajeros son transportados por salas móviles, o desembarcan por escaleras.

Plataforma Fiscal.

El Aeropuerto esta habilitado para recibir cualquier tipo de aviones. Cada vez la afluencia de aviones en el Aeropuerto es mayor, por lo que las instalaciones sufren deterioros que ocasionan la necesidad de dar mantenimiento a los servicios, como son:

- Pistas
- Rodajes
- Plataformas
- Alumbrado
- Señalamiento

Sistema de Seguridad contra Incendios

El sistema contra incendios consta de:

- Hidrantes contra Incendio
- Extintores
- Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI)
- Control de Fuego con Gas Halon en Cuartos de Cómputo.
- El CREI cuenta con una cisterna de 500m3 para el almacenamiento de agua exclusivamente para apagar incendios.

Control del Aeropuerto

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México está dirigido por una Torre de control y una Sub-torre. La torre de control es la que autoriza el aterrizaje y/o despegue de las aeronaves, así como el tránsito sobre rodajes y vialidades interiores.

La Sub-Torre es la que dirige y controla la entrada y salida de los aviones a cada uno de las posiciones ya sea de contacto o remota, así como todo el movimiento de las plataformas. Esta estructura está integrada dentro del edificio terminal nacional.

Datos Generales

Nombre	Lic. Benito Juárez
Ubicación	México D.F
Distancia a la Ciudad (km.)	5
Tiempo a la Ciudad	10
Año de la incorporación a ASA	1965
Fecha de Recepción Edif. Terminal.	05/10/65
Fecha Prop. Inmueble	ASA 10 de Junio de 1965
Población Beneficiada (miles).	18,293

Datos Generales Aeronáuticos

Categoría	Sexta
Clasificación	Internacional
Tipo	Metropolitano
Superficie	772.58 HA
Elevación	2237 MSNM
Latitud	19° 26N
Longitud	99° 04 W
Temperatura Máxima	25° C
Temperatura Mínima	3° C
Temperatura de Referencia	25° C

ZONA AERONÁUTICA**Pistas**

Número de Pistas	2
Tipo de Pavimento	Concreto Asfáltico
Designación Pista 1	05I-23D
Dimensión Pista 1	3846 X 45 m.
Designación Pista 2	05D-23I
Dimensión Pista 2	3900 X 45 m.
Desplazamiento del Umbral	05I:23D:05D
Luces de Borde	Si
Señalamiento	Si
Capacidad	55

Rodajes

Rodaje	Alfa de 1630 X 23 m
Rodaje	Bravo de 8650 X 23 m
Rodaje	Coca de 1.630 X 23 m
Rodaje	Delta de 1.910 X 23 m
Rodaje	Eco de 4.680 x 23 m
Tipo de Pavimento	Concreto Asfáltico
Luces de Borde	Si
Señalamiento	Si

Plataforma Comercial

Superficie	459,500 M ²
Tipo de Pavimento	Mixto concreto hidráulico y asfáltico
Número de Posiciones	65
Posiciones de Contacto	21
Posiciones Remotas	44
Tipos de Avión	46 B-727
Hidrantes	58
Luces de Borde	Si
Señalamiento	Si
Alumbrado	Si

ZONA TERMINAL**Edificio Terminal Comercial**

Capacidad (PAX hora)	5,718
Superficie Total	102,930 m ²
Superficie PB	54,745 m ²
Superficie PA	48,184 m ²
Número de Pasillos Telescópicos	21
Muelles (SUE)	3
Mostradores	212
Básculas	87
Bandas de Reclamo	14
Aerocares	Si
Rayos X	10
Detector de metales	11
Detector Portátil	12
Detector de explosivos	12
Sanitarios	20

Superficie de Elementos Principales

Vestibulo General	6,777 m ²
Vestibulo de Documentación	6,262 m ²
Sala de Última Espera	10,956 m ²
Sala de Reclamo de Equipaje	8,236 m ²
Vestibulo de Bienvenida	3,545 m ²
Concesiones	22,388 m ²
Oficinas	25,029 m ²
Áreas Complementarias	19,736 m ²

Edificio Terminal Internacional

Capacidad (PAX hora)	1,500
Superficie Total	74,240 M2
Superficie Edificio "A"	32,640 M2
Superficie Edificio "B"	26,800 M2
Superficie Edificio "C"	14,800 M2
Salas de Última Espera	3
Mostradores	84
Básculas	86
Bandas de Reclamo	2
Estacionamiento	32,640 M2
Lugares	786 Cajones
Concesiones	6,160.61 M2
Salas VIP	2,579.26 M2
Oficinas	10,113.21 M2
Documentación	1,824.39 M2
Servicios Aeroportuarios	14,826.93 M2
Áreas Complementarias	10,780 M2

Estacionamientos

Tipo de Estacionamiento	Lugares	Área
Aviación Comercial	4,729	47,300 m ²
Aviación General	ND	ND
Autobuses	ND	ND
Empleados	ND	ND
Renta	ND	ND
Colectivos	ND	ND

INSTALACIONES DE APOYO**vialidades**

Camino de Acceso	100 m.
Camino Perimetral	17,850 m.
Vialidad del CREI	Si
Camino de Servicio	Si

Zona de combustible

Cap. Turbina (Miles de Litros)	12,400
Cap. Gas-Avión 100/300 (Miles de Litros)	100
Capacidad Agua (Miles de Litros)	914
Carros tanque	23
Dispensarios	22

CREI

Áreas de Oficinas	1,550 m ²
Cobertizo	SI
Rescate	2 UNIMOG
Evacuación	3 Ambulancias
Apoyo	2 CIST, 3 BARR

Drenajes Generales del Aeropuerto

Se cuenta con canales de muros de concreto ya sea tapa Irving o de concreto con rejilla y tuberías que van de 0.15 a 2.13. Estos canales y tuberías descargan a 4 cárcamos de bombeo de los cuales uno de ellos descarga lo de los otros 3 a un vaso regulador.

Equipos de Bombeo para Desagüe en el Aeropuerto Internacional de la ciudad de México.

Sistema	Servicio	Gastos
Cárcamos aguas negras	Edif. Serv. Rampa	16 LPS
Equipo Portátil	Varios	16 LPS
Aguas Pluviales	Cárcamo N. 2	4.0 M3/S
Aguas Pluviales	Cárcamo N. 3	4.5 M3/S
Aguas Pluviales	Cárcamo N. 4	4.5 M3/S
Aguas Pluviales	Cárcamo N. 5	9.0 M3/S

Equipos de bombeo para Abastecimientos de Agua en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Sistema	Servicio	Gastos [LPS]
Programado	Edif. Terminal	25
Hidroneumático	Edif. Terminal	25
Sist. contra Incendios	Edif. Terminal	5
Hidroneumático	Estacionamiento	6
Hidroneumático General	Terminal de Aviación	8
Hidroneumático	Almacén General	8
Bomba	Rampa	8
Bomba Garza llenado	C.R.E.I	33
Hidroneumático	Talleres Manto civil	6
Bomba Garza llenado	T.A.G	33
Programado	Nueva Terminal Int.	20
Sistema contra Incendio	Nueva Terminal Int.	5

Relación de Plantas de Emergencia instaladas en el aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Servicio	Cant.	Capac. [KW]	Ubicación
Ayudas visuales	2	300	Subestación ayudas visuales
Salas de última espera	3	125	Plat. Posiciones 11 19 23
Pasillos Telescópicos	2	125	Posiciones 11 23
Estacionamiento Vertical	1	400	Av. Cap. Carlos Eleón
Edif. Terminal	3	600	Subestación Central
		400	Subestación General
		450	
Terminal de Aviación	1	250	Terminal de aviación general
Plantas Portátiles	2	625	Subestación General
Cárcamos	5	400	Pistas y rodajes
Nueva Terminal	2	450	Nueva Terminal Internacional
Vialidad	1	125	Subestación de vialidad

Subestaciones Eléctricas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Subestación Eléctrica General	K.V.A.
Instalación General	3650
Instalación Edif. Normal	750
Instalación Edif. Emergencia	500
Salas última espera	750
Subestación Eléctrica Central	1650

Subestación Eléctrica Central	K.V.A
Instalación Normal	750
Instalación Emergente	500
Instalación Aire Acondicionado	400

Salas de última espera	K.V.A
Subestación eléctrica N.1	300
Subestación eléctrica N.2	225
Subestación eléctrica N.3	225
Subestación de ayudas visuales	600
Subestación Vialidad	225
Subestación Talleres Generales	150

Subestación	K.V.A.
Cárcamo N.1	300
Subestación Cárcamo N. 2	112.5
Subestación Cárcamo N. 3	225
Subestación Cárcamo N. 4	225
Subestación Cárcamo N. 5	500
Subestación Terminal de Aviación general baja tensión	112.5
Subestación Estacionamiento 06 baja tensión	112.5
Subestación (Normal)	1000I
Nueva Terminal Internacional:	
Fuerza	1000
Emergencia	1000

AYUDAS DE NAVEGACIÓN.

Comunicaciones y electrónica.

Tableros y Monitores

Equipo	Cantidad
Monitores de 9"	45
Monitores de 25"	76
Tableros de Texto	55
Tableros Gráficos	27
Tableros de Torreia	28

Sonido

Sonido General	
Equipo	Cantidad
Micrófonos	2
Preamplificadores	13
Amplificadores	22
bocinas	730

Sonido Local

Equipo	Cantidad
Micrófonos	32
Amplificadores	18

Radio comunicación

Equipo	Cantidad
Radio base	20
Radios portátiles	90

Conmutadores

Equipo	Cantidad
Conmutador telefónico de 800 puertos	1
Conmutador telefónico de intercomunicador de 120 extensiones	1
Conmutador de intercomunicación TOA de 250 extensiones	1

Sistema de Seguridad ERPE

Equipo	Cantidad
Máquinas de Rayos X	13
Arcos detectores de metales fijos	13
Detectores de metales portátiles	32
Detectores Explosivos	6

Sistema de Fuerza Ininterrumpible (UPS)

Equipo	Cantidad
Sistema de Energía ininterrumpible de 125 KVA'S	1

SERVICIOS SANITARIOS.

El Aeropuerto de la Ciudad de México, cuenta con:

- 33 sanitarios para damas
- 33 sanitarios para caballero.

Formando núcleos para servicios públicos, los cuales están distribuidos en las siguientes áreas:

Área	Cantidad
Ambulatorio	3
Reclamo Nacional e Internacional	2
Sala "F" planta baja	2
Mezzanine	6
Sala "F" primer nivel	2
Sala de última espera	15
Sala "B" concentración	3
Pasajeros en tránsito	1

Asimismo, también cuenta con baños sanitarios:

Área	Cantidad
Trabajadores A:S:A	12
Oficinas	16

En la Terminal 2 se cuenta con un núcleo en zona de ambulatorio, uno en migración y uno en oficina, con número de muebles sanitario especificando cada uno de ellos:

Mueble	Cantidad
W.C	135
Mingitorios	123
Lavabos	189
Tarjas	48
Regaderas	30
TOTAL DE MUEBLES	525

Se cuenta con cuatro comedores en diferentes áreas:

Área	Destinado para el Personal
Rampa	Administrativo
combustibles.	Operativo
Subestación	Operativo
C.R.E.I	Operativo

2.2 PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.2.1 DEMANDA Y CAPACIDAD ACTUAL

Para poder analizar la demanda y capacidad actual del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, debemos realizar el análisis de las estadísticas que se han tenido en los últimos años. En las siguientes tablas se muestran las estadísticas de los movimientos de pasajeros, operaciones y carga que ha tenido el aeropuerto de 1967 a 1995, los datos fueron obtenidos del Sistema estadístico Aeroportuario de 1996, editado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA).

Los datos estadísticos consideran tres niveles de aviación en que las que ASA divide actualmente el tráfico, las cuales se mencionan a continuación:

Aviación comercial "A"

- ◆ Regular
- ◆ Fletamiento

Aviación Regional "AA"

Aviación general

- ◆ Privada
- ◆ Oficial
- ◆ Militar

Donde:

Aviación comercial "A".

Comprende al movimiento generado por los vuelos de las líneas aéreas de itinerario y fletamiento, tanto Nacionales como Internacionales (1).

Aviación Regional "AA"(2).

Comprende básicamente al movimiento correspondiente a los vuelos de las empresas comerciales sin itinerario regular (la mayor parte son taxis aéreos), así como aquellas cuyo radio de acción es totalmente local.

Aviación general.

Comprende el movimiento generado por los vuelos privados Nacionales e Internacionales y los de aviación oficial.

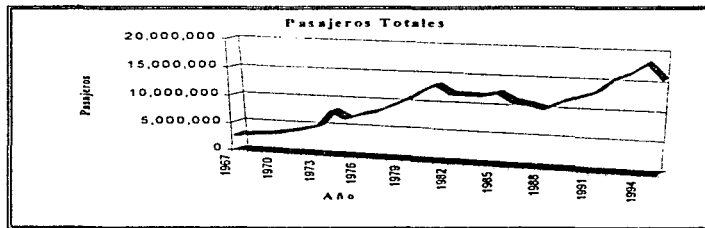
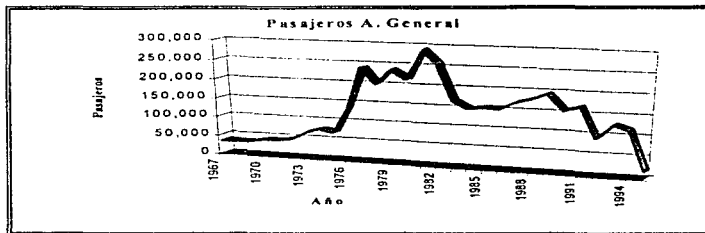
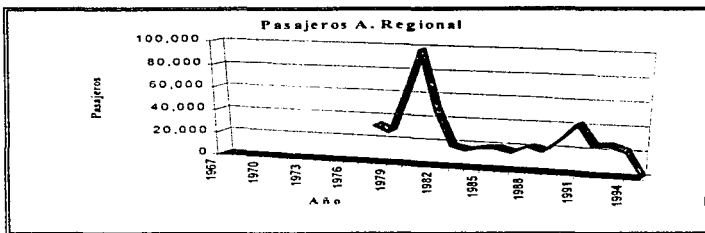
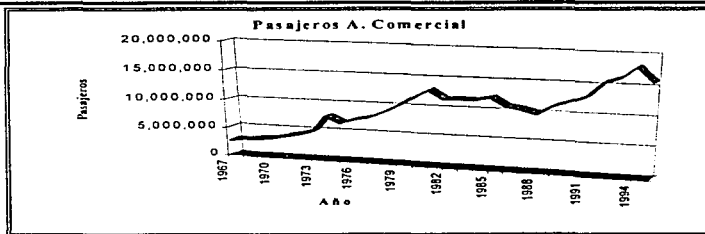
¹ El registro independiente del movimiento de fletamiento Internacional se inició en 1981, ya que con anterioridad no era significativo su volumen.

² El registro de la aviación regional "AA" se inició a partir del año de 1978

DATOS ESTADÍSTICOS DE PASAJEROS

Año	Total Comercial	Tasa (%)	Total Regional	Tasa (%)	Total General	Tasa (%)	Gran Total	Tasa (%)
1967	2,542,169				33,582		2,575,751	
1968	2,846,627	11.98			31,308	-6.77	2,877,935	11.73
1969	3,025,594	6.29			33,886	8.23	3,059,480	6.31
1970	3,295,760	8.93			41,212	21.62	3,336,972	9.07
1971	3,825,905	16.09			41,270	0.14	3,867,175	15.89
1972	4,322,690	12.98			47,383	14.81	4,370,073	13.00
1973	4,928,440	14.01			66,800	40.98	4,995,240	14.31
1974	7,758,548	16.84			77,264	15.66	7,835,812	56.87
1975	6,560,600	13.93			70,455	-8.81	6,631,055	-15.38
1976	7,396,518	12.74			133,788	89.89	7,530,306	13.56
1977	7,819,959	5.72			242,051	80.92	8,062,010	7.06
1978	8,951,264	14.47	33,121		201,448	-16.77	9,185,833	13.94
1979	10,178,215	13.71	27,512	-16.93	239,062	18.67	10,444,789	13.71
1980	11,839,215	16.32	60,680	120.56	216,293	-9.52	12,116,188	16.00
1981	12,989,861	9.72	98,670	62.61	291,998	35.00	13,380,529	10.44
1982	11,520,968	-11.31	48,350	-51.00	257,640	-11.77	11,826,958	-11.61
1983	11,680,134	1.38	18,192	-62.37	168,536	-34.58	11,866,862	0.34
1984	11,632,195	-0.41	15,765	-13.34	149,306	-11.41	11,797,266	-0.59
1985	12,231,858	5.16	18,358	16.45	153,665	2.92	12,403,881	5.14
1986	10,942,315	-10.54	18,725	2.00	152,939	-0.47	11,113,979	-10.40
1987	10,538,893	-3.69	15,765	-15.81	169,785	11.01	10,724,443	-3.50
1988	9,848,717	-6.55	21,384	35.64	181,094	6.66	10,051,195	-6.28
1989	11,266,095	14.39	17,977	-15.93	196,860	8.71	11,480,932	14.22
1990	12,122,931	7.61	29,477	63.97	154,947	-21.29	12,307,355	7.20
1991	12,959,136	6.90	42,814	45.25	168,573	8.79	13,170,523	7.01
1992	15,416,888	18.97	24,703	-42.30	92,025	-45.41	15,533,616	17.94
1993	16,341,971	5.83	26,064	5.51	128,410	39.54	16,470,381	6.03
1994	18,133,717	11.1	21,629	-17.0	116,206	-9.5	18,271,552	10.9
1995	15,851,356	-12.6	2,456	-88.6	19,334	-83.4	15,873,146	-13.1
Total Promedio		7		1		5		7

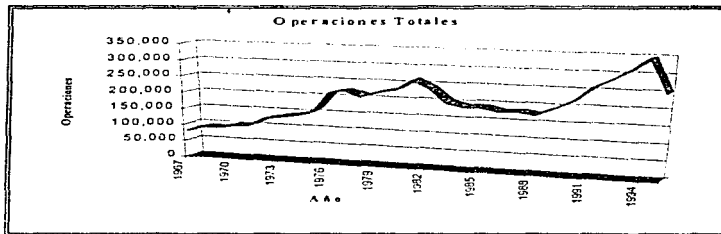
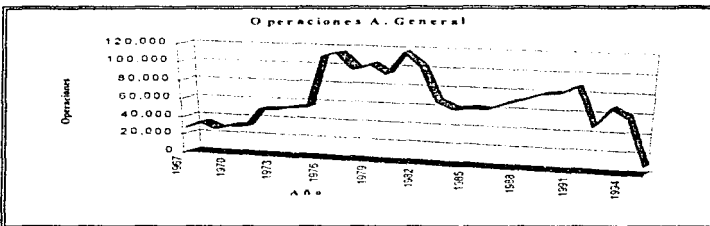
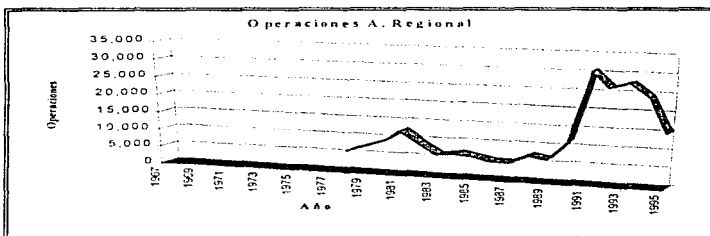
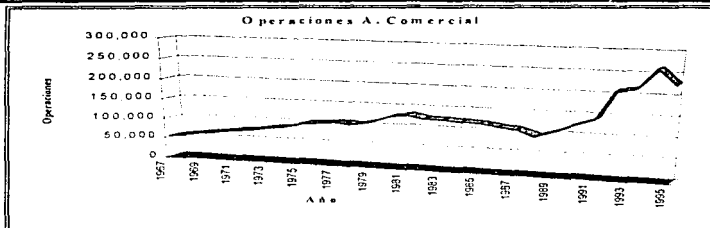
Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se ha tenido en los últimos años.



DATOS ESTADÍSTICOS DE OPERACIONES

Año	Total Comercial		Aviación Regional		Aviación Regional		Gran Total	
	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)
1967	52,209				26,690		78,899	
1968	57,643	10.41			33,526	25.61	91,169	15.55
1969	64,305	11.56			26,610	-20.63	90,915	-0.28
1970	66,614	6.70			30,938	16.26	99,552	9.50
1971	73,348	6.90			30,519	-1.35	103,867	4.33
1972	75,435	2.85			50,736	66.24	126,171	21.47
1973	83,683	10.93			51,042	0.60	134,725	6.78
1974	87,935	5.08			54,313	6.41	142,248	5.58
1975	98,235	11.71			55,395	1.99	153,630	8.00
1976	102,509	4.35			110,144	98.83	212,653	38.42
1977	107,253	4.63			114,556	4.01	221,809	4.31
1978	103,604	-3.40	6.133		97,235	-15.12	206,972	-6.69
1979	110,924	7.07	7,765	26.61	103,940	6.90	222,629	7.56
1980	127,042	14.53	9,246	19.07	94,042	-9.52	230,330	3.46
1981	132,407	4.22	12,566	35.91	116,558	23.94	261,531	13.55
1982	125,902	-4.91	9,183	-26.92	102,682	-11.90	237,767	-9.09
1983	124,511	-1.10	6,320	-31.18	67,424	-34.34	198,255	-16.62
1984	122,048	-1.98	6,832	8.10	59,730	-11.41	188,610	-4.86
1985	120,746	-1.07	6,134	-10.22	61,476	2.92	188,356	-0.13
1986	113,657	-5.87	5,200	-15.23	61,188	-0.47	180,045	-4.41
1987	109,651	-3.52	5,209	0.17	67,914	10.99	182,774	1.52
1988	95,157	-13.22	7,322	40.56	72,437	6.65	174,916	-4.30
1989	109,245	14.81	6,553	-10.50	78,744	8.71	194,542	11.22
1990	126,200	15.52	11,574	76.62	80,352	2.04	218,126	12.12
1991	141,726	12.30	30,632	164.66	87,427	8.81	259,785	19.10
1992	210,322	48.40	26,445	-13.67	47,422	-45.76	284,189	9.39
1993	215,460	7.02	27,728	4.85	67,503	42.5	310,691	12.9
1994	264,934	23	24,289	-12	58,103	-14	347,326	12
1995	227,641	-14	15,039	-38	9,667	-83	252,347	-27
Tasa Promedio	6.00		13.75		5.46		5.42	

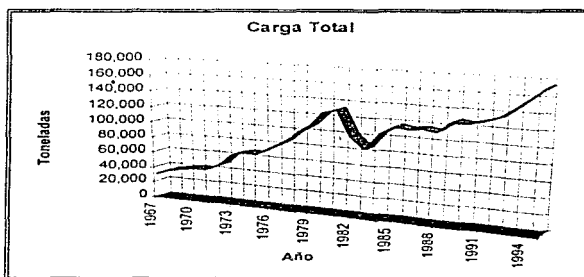
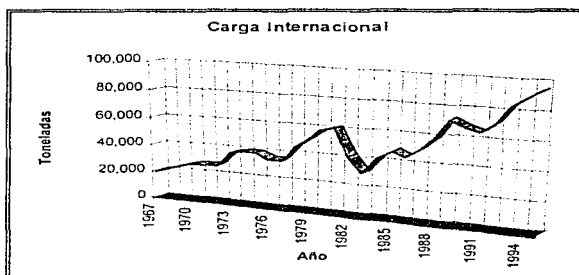
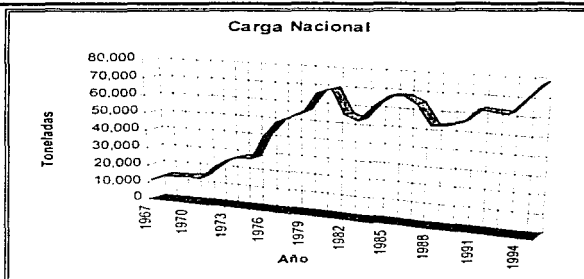
Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se ha tenido en los últimos años.



DATOS ESTADÍSTICOS DE LA CARGA TRANSPORTADA

Año	Nacional (Ton)		Internacional (Ton)		Total (Ton)	
	Carga	(%)	Carga	(%)	Carga	(%)
1967	11084		18958		30042	
1968	13961	25.96	21537	13.60	35498	18.16
1969	14293	2.38	24648	14.44	38941	9.70
1970	14900	4.25	26845	8.91	41745	7.20
1971	14694	-1.38	27253	1.52	41947	0.48
1972	21807	48.41	27535	1.03	49342	17.63
1973	26071	19.55	37372	35.73	63443	28.58
1974	28521	9.40	39102	4.63	67623	6.59
1975	28521	0.00	39102	0.00	67623	0.00
1976	41542	45.65	35368	-9.55	76910	13.73
1977	50485	21.53	35412	0.12	85897	11.69
1978	53452	5.88	45868	29.53	99320	15.63
1979	56832	6.32	51906	13.16	108738	9.48
1980	67505	18.78	59024	13.71	126529	16.36
1981	69880	3.52	61692	4.52	131572	3.99
1982	56719	-18.83	42451	-31.19	99170	-24.63
1983	54192	-4.46	31652	-25.44	85844	-13.44
1984	62894	16.06	43286	36.76	106180	23.69
1985	67889	7.94	48314	11.62	116203	9.44
1986	68441	0.81	45034	-6.79	113475	-2.35
1987	64856	-5.24	51071	13.41	115927	2.16
1988	54057	-16.65	59431	16.37	113488	-2.10
1989	54786	1.35	72364	21.76	127150	12.04
1990	57226	4.45	68179	-5.78	125405	-1.37
1991	64211	12.21	65667	-3.68	129878	3.57
1992	63323	-1.38	71730	9.23	135053	3.98
1993	63,067	0	84,162	17	147,229	9
1994	71,292	13	89,898	7	161,190	9
1995	78,661	10	95,289	6	173,950	8
Tasa Promedio		8.85		7.65		7.62

Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se ha tenido en los últimos años.



De las estadísticas mostradas anteriormente se puede concluir que durante el periodo de 1967 a 1993 la aviación en México ha tenido un incremento constante a la alza, como se puede ver en las siguientes tablas:

PASAJEROS	Tasa promedio
Aviación Comercial	7.75
Aviación Regional	8.86
Aviación General	9.00
TOTAL	7.03

OPERACIONES	Tasa promedio
Aviación Comercial	6.06
Aviación Regional	17.92
Aviación General	7.03
TOTAL	5.96

CARGA TRANSPORTADA	Tasa promedio
Carga Nacional	8.26
Carga Internacional	6.71
TOTAL	6.81

Sin embargo de 1967 a 1996 se han presentado periodos en los cuales se han bajas en le crecimiento del transporte aéreo. Los periodos en que ocurrieron estas bajas son los siguientes: 1976-1977, 1985-1986 y 1995-1996.

Si consideramos que el transporte aéreo esta en función de los siguientes factores: PIB, Índice de precios, población, paridad del peso contra el dólar estadounidense, la oferta hotelera y las tarifas aéreas. Todos los factores anteriores nos expresan la situación económica del país y del mundo en el momento del análisis, por lo cual es importante conocer el comportamiento de la economía en los periodos antes mencionadas, para que con esto se pueda apreciar claramente las causas de este comportamiento.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

En las siguientes tablas se muestran los principales indicadores económicos que se tuvieron en el periodo de 1976 a 1995.

Año	PIB (%)	Inflación (%)	(*) Índice de Precios al consumidor (%)
1976	4.36	15.79	0.2028
1977	3.29	28.94	0.2447
1978	8.31	17.51	0.2842
1979	9.18	18.20	0.3411
1980	8.32	26.31	0.4429
1981	8.79	28.00	0.5700
1982	-0.56	58.87	1.1339
1983	-4.17	101.88	2.0488
1984	3.52	65.48	3.2509
1985	2.52	57.73	5.3397
1986	-3.64	86.23	10.9862
1987	1.72	131.83	28.4729
1988	1.27	114.16	43.1814
1989	3.48	20.01	51.6870
1990	4.50	26.65	67.1568
1991	3.62	22.66	79.7786
1992	2.81	15.51	96.4555
1993	0.69	9.75	98.3456
1994	3.51	6.96	103.2566
1995	-6.90	52.00	156.9156

Fuente Banco de México

(*) Para el cálculo se toma como base el año 1994 (1994=100)

Los sucesos importantes que afectaron la economía se mencionan a continuación:

En 1976 se produce una devaluación del peso de 12.80 a 19.00, el cual fue el mayor incremento que se había presentando en los últimos 20 años. Esta devaluación provocó un incremento en la inflación con lo cual disminuyó el poder adquisitivo de la gente, provocando esto a su vez un decremento en la producción.

En 1978 ocurre un gran auge petrolero a nivel mundial provocando un incremento en el precio del petróleo, aunado a que en México se descubren nuevos yacimientos de petróleo, origina que México atravesara por una época de gran prosperidad y productividad, teniéndose que el PIB subió del 3.29 en 1976 a 9.18 en 1979, y la inflación se mantuvo constante.

En 1982 se presentó una crisis petrolera a nivel mundial provocando una baja en el precio del petróleo, este hecho afectó muy seriamente a México que dependía en un alto porcentaje de la exportación del petróleo. El PIB baja a -4.17% y la inflación fue 101.88% la más grande alcanzada hasta esa época. Junto con la crisis petrolera se tuvo un incremento en la deuda pública y se nacionalizó la banca.

En 1986 se presenta otra crisis petrolera y junto con la apertura comercial debido al ingreso al GATT originaron que se presentara se tuviera una inflación del 131.83%.

En 1987 se inician las privatizaciones, provocando que inversionistas privados comenzaran a invertir sus capitales lo cual ocasiona una baja en la inflación la cual se mantuvo con esa tendencia hasta 1994.

En 1989 se presenta una renegociación de la deuda externa y se encarcela al líder petrolero la Quina.

En 1990 se privatiza Telmex y la minera de Cananea.

En 1993 se firma el Tratado de Libre Comercio TLC

A finales de 1994, los asesinatos políticos y los levantamientos armados en Chiapas provocan una gran desconfianza en los inversionistas privados los cuales retiran sus capitales de México provocándose la mayor crisis que ha tenido el país en los últimos 30 años.

Los acontecimientos económicos que se acaban de describir y las bajas en el crecimiento del transporte aéreo nos permiten apreciar la gran sensibilidad que tiene el transporte aéreo con respecto a los cambios económicos del país y del mundo.

2.2.2 CAPACIDAD ACTUAL

En la actualidad el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México cuenta con una superficie total de 746.3 Ha. El aeropuerto brinda servicios las 24 Horas del día durante los 365 días del año. Esta diseñado para poder recibir un avión B-747, en las condiciones de máximo operable y máximo operando.

Actualmente brinda servicio a las siguientes líneas aéreas:

American Airlines	AeroCalifornia	AeroCancun
Aeroflot	Air France	Aeroméxico
Aerolíneas Argentinas	Alaska Airlines	Avianca
Aviensa	American West	British Airways
Canadian	Copa	Continental Airlines
Cubana de Aviación	Aviacsa	Delta Airlines
Lufthansa	Ecuatorí	Estrellas del aire
Avateca	Iberia	Japan Airlines
KLM	Lanchile	Ladeco
Lacsa	Lloyd Area Boliviano	Malaysia Airlines
Mexicana	Aeroperu	Saro
Taca	Aeromar	TAESA
United	Varig	Aerofiesta mexicana
Aero Ejecutivo	Aerocaribe	Alegro
Lesure Air	Aero Monterrey	Aero Sudpacífico
Quassar d México	Northwest	

La flota aérea de las líneas aéreas mexicanas que normalmente llegan al aeropuerto son las siguientes:

AERONAVE	NÚMERO	AERONAVE	NÚMERO
Boeing 767-200	29	DC-9-14	4
Metro III	26	DC-9-30	3
DC-9-15	17	MD-87	2
DC-10-15	16	Boeing 737-200	2
Airbus A320	12	Brit. Nor. Tris	2
Fokker-100	11	Boeing 707-331C	2
ATR-42	11	Lockhedd C-130-A	2
Boeing 727-200	11	Boeing 727-200F	2
MD-88	10	DC-9-10	1
F-27	8	Airbus -300-84	1
DC-9-32	7	DC-10	1
Boeing 727-100	7	Brit. Nor. BA-2*	1
Boeing 757-208	6	Cessna 402-B	1
Boeing 737-300	6	Airbus 310-300	1
MD-83	5	Airbus 310-600	1
Boeing 767-300	5	DC-9-15RC	1
Metro II	5		

Datos tomados de La aviación Mexicana en Cifras 1989-1995 Editado por DGAC de la SCT.

Las capacidades que los principales sistemas que componen al aeropuerto se indican a continuación:

ELEMENTO	CAPACIDAD
Pistas y calles de rodaje	55 Ops/hora.
Plataformas	
Superficie	459,500 m ² .
Número de posiciones	65
Edificio terminal Nacional	
Superficie	102,930 m ²
Capacidad	5,718 pas/hora
Edificio terminal internacional	
Superficie	74,240 m ² .
Capacidad	1,500 pas/hora.
Estacionamientos	
Aviación Comercial	47,300 m ² .
Lugares	4,729
Zona de combustibles	
Turbosina	12,400 Miles de litros.
Gas Avión del tipo 100/130	100 Miles de litros.
Agua	914 Miles de litros.
Torre de Control	33.00 mh.
Bodega de carga	17,200 m ² .
Vialidades	
Camino de Acceso	100 m.
Camino Perimetral	17,850 m ² .

2.2.3 PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL AEROPUERTO.

Los principales factores que afectan la capacidad del aeropuerto se presentan debido a la inadecuada geometría del aeropuerto, dando principalmente en la zona de plataformas. Con el traslado de la aviación general al aeropuerto de Toluca la plataformas remotas Sur y Norte en la actualidad se utilizan para la aviación comercial. Estas plataformas no cuentan con hidrantes por lo cual se tienen que utilizar pipas para el suministro de combustible, con las cuales el suministro es más lento que con el sistema de hidrantes, provocando además problemas por el movimiento de las pipas por las plataformas lo que provoca que el movimiento de las aeronaves sea más lento para evitar con esto accidentes. La lejanía a la que se encuentran estas plataformas del edificio terminal ocasiona que se tengan que utilizar vehículos para el traslado de los pasajeros, equipajes, avituallamiento y carga en general. Este traslado del equipo provoca también un retraso en las operaciones de las aeronaves.

Otro problema con respecto a la geometría que tiene el aeropuerto es la cercanía de las pistas la cual es de 300 m. Esta distancia tan pequeña origina que las operaciones no se puedan realizar en forma paralela sino que se tengan que realizar desplazadas. Para que las pistas pudieran trabajar en forma paralela tendrían que estar separadas mínimo 1,300 m.

Otro problema de gran importancia y que necesita una urgente solución es el referente al sistema que se ha seguido para la conservación de los pavimentos del áreas de operaciones.

Aunque prácticamente todos los pavimentos se encuentran en casos parecidos, las pistas son el elemento crítico para el servicio que deben proporcionar, con una capacidad regular y continua, sin alteración durante el tiempo de servicio.

Un ejemplo que es común a los demás elementos; la pista principal 05D-231, fue construida en el año 1940 con un pavimento base de Telford y macadam asfáltico, posteriormente sufrió varias ampliaciones con pavimentos de otro tipo y en el año de 1971, se prolongo en 900 m, mediante una "sección compensada".

Además durante su vida se ha visto sujeta desde un principio a renivelaciones diversas, en razón de los hundimientos que han presentado los pavimentos originales. Las carpetas colocadas ocasionan mayor concentración de peso, acelerando los hundimientos de la superficie y consecuentemente el proceso de reparación, cuyo lapso en la actualidad de cada dos años y en el futuro se requerida aun con más frecuencia.

Este sistema de conservación ocasiona dos problemas, por una parte, reduce la capacidad total del aeropuerto ya que durante el tiempo de reparación de las pistas el aeropuerto permanece operando solamente con la otra pista, en periodos que pueden ser del orden del los 30 a 40 días por año reduce, también ocasiona que se reduzcan las operaciones por seguridad teniéndose que en la remodelación de la pista 05-23D en Febrero de 1997 se tuvo una reducción del a capacidad a 42 operaciones por hora.

Por otra, los espesores de carpeta asfáltica que se han encontrado en algunas partes de la pista, son del orden de 1.5 m. imponiendo cargas excesivas al subsuelo que se estiman en un valor aproximado de 3 t/m². y que pueden ocasionar el algún momento un colapso en las pistas, es decir hundimientos rápidos que en un periodo de pocos días totalmente fuera de control, con la consecuente necesidad de clausurar las operaciones durante varios periodos considerables si no es que en forma definitiva. Esta situación no constituye un peligro eminente, pero latente, que podría presentarse en cualquier momento.

La zona terminal aunque fue ampliada con la construcción en 1994 de la Nueva terminal Internacional, y la antigua zona es utilizada para el transporte Nacional, aun presenta problemas en las épocas de vacaciones y horas picos, principalmente en la zona nacional en la cual las salas de bienvenida nacional y las salas de última espera, provocando con esto molestias a los pasajeros y visitantes.

Los demás componentes del aeropuerto trabajan e la actualidad de manera adecuada, pero con el constante aumento de la demanda el tiempo en el que alcanzaran la saturación esta muy cercano. Por lo anterior es conveniente planear desde hoy la forma en que se pueden solucionar los problemas que se presentaran en el futuro.

2.2.4 DEMANDA FUTURA.

La elaboración de los pronósticos de la demanda que se mostraran más adelante fueron elaborados por la Subdirección de Construcción y Conservación (SDCC) y la Subdirección de Planeación y Finanzas (SDPLF) pertenecientes a ASA.

Debido a la gran incertidumbre que se tiene para pronosticar cualquier comportamiento futuro, los pronósticos de demanda utilizaron tres diferentes tipos de escenarios económicos:

- ◆ **Escenario bajo.** Se consideran expectativas económicas del país pesimistas.
- ◆ **Escenario Medio.** Se consideran una uniformidad en el desarrollo económico.
- ◆ **Escenario Alto.** Se considera un crecimiento gradual y sostenido de la economía durante el periodo de 1993 a 1998.

Los escenarios de crecimiento e la población fueron extraídos de los estudios que para tal efecto han realizado tanto el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), y el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Para el análisis de la demanda futura además de establecer distintos escenarios se establecieron dos tipos de pronósticos, los cuales se nombran a continuación:

- ◆ **Pronósticos de Corto Plazo**
- ◆ **Pronósticos de Largo Plazo**

La metodología utilizada para cada uno de los casos se explica a continuación:

PRONÓSTICO DE CORTO PLAZO

El pronóstico anual de corto plazo es estimado con base en el desenvolvimiento de las variables económicas y financieras que se esperan tanto en la economía nacional como en la Internacional, y que afectan de manera directa e indirecta la actividad aérea.

De esta manera, la demanda de transporte aéreo está influenciada por factores internos y externos que provocan variaciones en las misma; estos factores que conforman el entorno de la demanda son de carácter demográfico, económico, social, turístico, financiero, tarifario, ahorro en tiempo de viaje, así como la seguridad y el confort, entre ellos.

Para tal fin, estos factores se interrelacionan, afectándose y condicionándose mutuamente en función de las variaciones de cada uno de ellos; lo que permite prever el comportamiento de la demanda a través del tiempo y de manera más confiable en el corto plazo.

La metodología empleada para elaborar el pronóstico de corto plazo, se basa fundamentalmente en la generación de modelos econométricos que se interrelacionan con el movimiento aeroportuario. Los factores o variables consideradas en los modelos son los siguientes:

VARIABLES ECONÓMICAS.

- a) PIB Nacional.
- b) PIB Sectorial (extracción de petróleo y gas; petroquímica y química básica).
- c) PIB de Restaurantes y Hoteles.
- d) Índices 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) Cuarto de hotel en la región de influencia del aeropuerto.

VARIABLES DE LA AVIACIÓN COMERCIAL.

- a) Tarifas aéreas (precio del boleto de transportación aérea).

Para cada una de las variables anteriores, se recolectó información estadística de su comportamiento reciente y se proponen tres escenarios (bajo, Medio y Alto) de variación de las mismas, para el periodo de pronóstico definido, considerando las estructuras del comportamiento de la demanda y la elasticidad de cada factor considerado.

Posteriormente, los modelos son sujetos a pruebas estadísticas de validación, con objeto de garantizar su adecuado comportamiento.

PRONÓSTICO DE MEDIANO Y LARGO PLAZOS

La metodología utilizada para el pronóstico de mediano y largo plazos se basa fundamentalmente en considerar tasa de crecimiento.

Para ello mediante procesos computarizados se calculó para cada variable la tasa media promedio de crecimiento/decremento estadística de los últimos diez años, se calculó también la tasa propuesta por el pronóstico de corto plazo y se obtuvo una media proporcional representativa de ambas tasas promedio, corrigiéndose el resultado en base a diversos criterios. El resultado de este proceso arrojó una tasa inicial de crecimiento para el pronóstico de mediano y largo plazos.

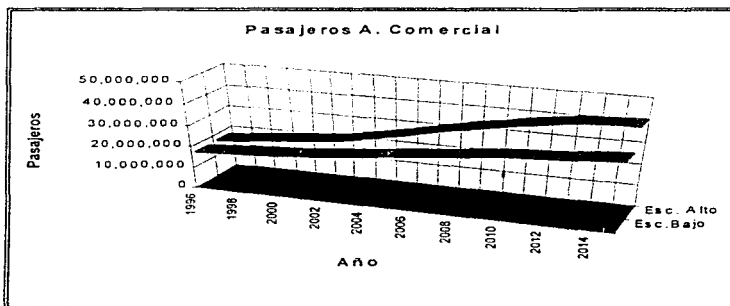
En base a la experiencia adquirida en el proceso de pronosticación, se obtuvo también una tasa final de crecimiento. Estas dos tasa inicial y final, fueron ajustadas a una curva potencial, ya que es sabido que el movimiento aeroportuario es un fenómeno que se comporta en el tiempo de una manera aproximada a este tipo de función matemática.

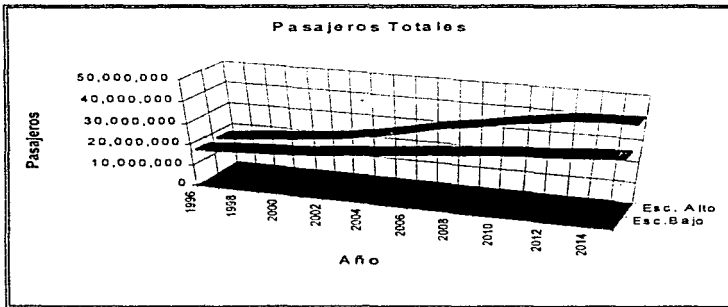
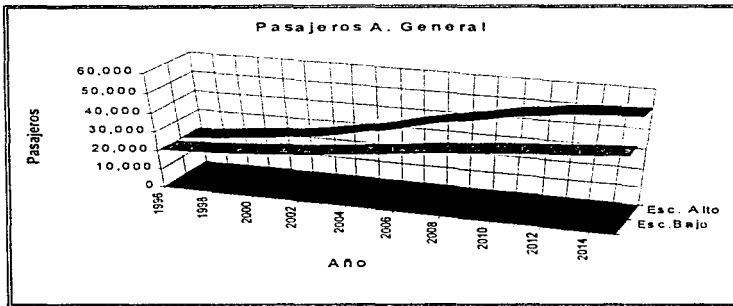
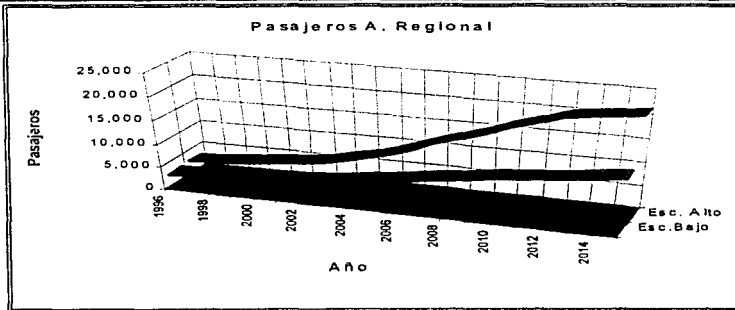
Los resultados producidos bajo esta metodología se comportaron en general de manera satisfactoria, por lo que fueron adoptados para los escenarios alto y bajo del pronóstico de mediano y largo plazos.

PRONÓSTICOS DE PASAJEROS

Año	Comercial		Total Regional		Total Av. General		Gran Total	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
1996	16,549,347	16,837,345	2,712	2,822	19,531	19,902	16,571,590	16,860,069
1997	17,046,029	17,650,297	2,904	3,147	20,171	20,950	17,069,104	17,674,394
1998	17,572,933	18,503,016	3,115	3,507	20,850	22,051	17,596,898	18,528,574
1999	18,087,109	19,397,045	3,329	3,908	21,514	23,207	18,111,952	19,424,160
2000	18,631,919	20,339,913	3,563	4,356	22,218	24,427	18,657,700	20,368,696
2001	19,375,718	21,379,290	3,898	4,880	23,179	25,774	19,402,795	21,409,944
2002	20,150,527	22,477,153	4,264	5,469	24,182	27,199	20,178,973	22,509,821
2003	21,081,601	24,127,775	4,727	6,442	25,388	29,343	21,111,716	24,163,560
2004	22,058,531	25,908,767	5,240	7,544	26,655	31,659	22,090,426	25,947,970
2005	23,082,629	27,829,530	5,809	8,861	27,985	34,160	23,116,423	27,872,551
2006	24,152,135	29,897,828	6,437	10,408	29,374	36,855	24,187,946	29,945,091
2007	25,279,642	32,135,760	7,136	12,231	30,841	39,774	25,317,619	32,187,765
2008	26,209,897	33,730,334	7,743	13,625	32,051	41,855	26,249,691	33,785,814
2009	27,179,740	35,413,823	8,403	15,185	33,314	44,052	27,221,457	35,473,060
2010	28,185,195	37,189,547	9,118	16,927	34,624	46,370	28,228,937	37,252,844
2011	28,845,195	38,584,837	9,604	18,366	35,483	48,192	28,890,282	38,651,395
2012	29,524,339	40,037,768	10,119	19,931	36,368	50,090	29,570,826	40,107,789
2013	30,215,350	40,536,907	10,657	20,485	37,269	50,741	30,263,276	40,608,133
2014	30,928,158	41,047,190	11,227	21,059	38,199	51,408	30,977,584	41,119,657
2015	31,653,955	41,557,698	11,825	21,641	39,145	52,072	31,704,925	41,631,411
TMAC	3	5	8	11	4	5	3	5

Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se espera tener en los siguientes años.

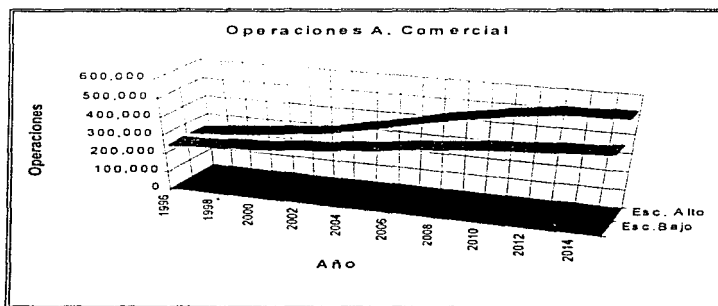


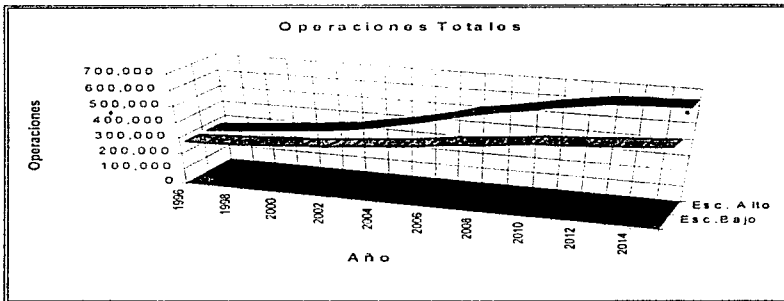
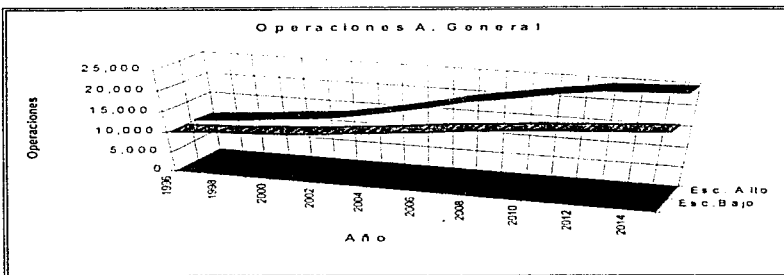
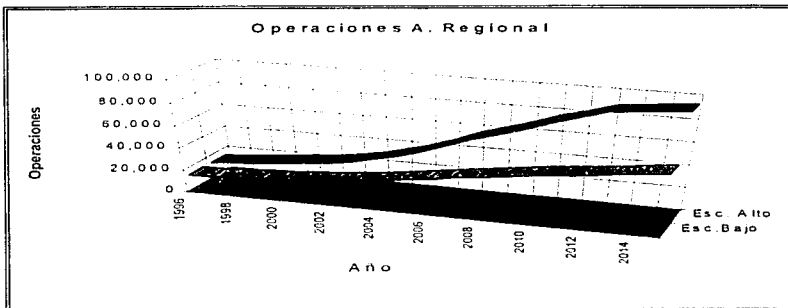


PRONÓSTICO DE OPERACIONES

Año	Total Comercial		Aviación Regional		Aviación General		Gran Total	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
1,996	238,333	238,288	13,494	14,007	9,741	9,926	261568	262221
1,997	242,140	248,384	14,375	15,500	10,035	10,423	266550	274307
1,998	249,773	258,922	15,344	17,149	10,348	10,944	275465	287015
1,999	257,203	269,915	16,317	18,970	10,650	11,489	284170	300374
2,000	261,380	281,462	17,382	20,992	10,972	12,063	289734	314517
2,001	272,015	294,219	18,992	23,350	11,418	12,697	302425	330266
2,002	283,098	307,636	20,598	25,981	11,883	13,365	315579	346982
2,003	292,313	328,539	22,725	30,294	12,445	14,384	327483	373217
2,004	306,106	350,991	25,073	35,333	13,034	15,481	344213	401805
2,005	316,155	375,094	27,663	41,216	13,651	16,663	357469	432973
2,006	331,059	400,925	30,507	48,072	14,294	17,934	375860	466931
2,007	346,780	428,752	33,662	56,103	14,971	19,308	395413	504163
2,008	354,889	447,600	36,350	62,074	15,521	20,269	406760	529943
2,009	368,237	467,417	39,266	68,708	16,094	21,281	423597	557406
2,010	382,089	488,232	42,411	76,076	16,686	22,347	441186	586655
2,011	385,943	503,772	44,463	81,992	17,059	23,169	447465	608933
2,012	395,137	519,890	46,629	88,388	17,443	24,024	459209	632302
2,013	404,529	523,345	48,684	90,241	17,832	24,278	471,245	637,864
2,014	408,753	526,905	51,267	92,161	18,233	24,538	478,253	643,604
2,015	418,590	530,427	53,749	94,093	18,641	24,797	490,980	649,317
TMAC	3	4	8	11	3	5	3,375	4,911

Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se espera tener en los siguientes años.

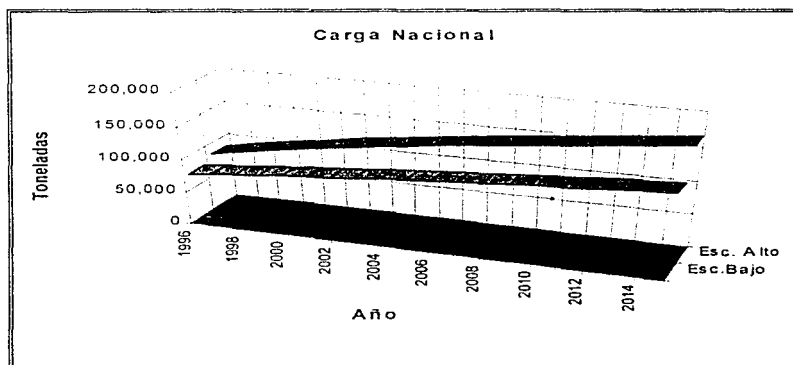


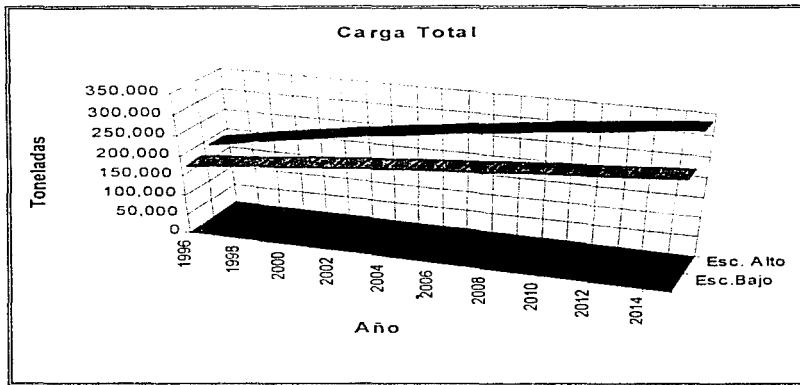
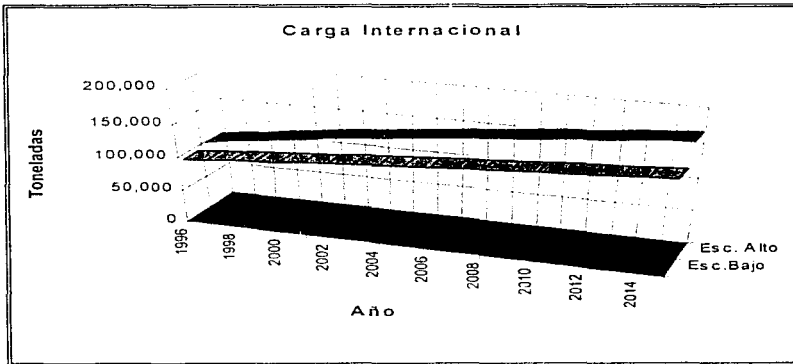


PRONÓSTICOS DE CARGA TRANSPORTADA

Año	Nacional		Internacional		Total de carga (Ton)	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
1,996	74,461	85,396	93,674	100,392	168,135	185,788
1,997	77,890	91,638	96,637	105,247	174,527	196,885
1,998	81,174	97,481	99,512	109,688	180,686	207,169
1,999	84,330	102,993	102,306	114,341	186,636	217,334
2,000	87,372	108,225	105,025	118,626	192,397	226,851
2,001	90,312	113,215	107,676	122,762	197,988	235,977
2,002	93,159	117,995	110,264	126,764	203,423	244,759
2,003	95,922	122,588	112,792	130,642	208,714	253,230
2,004	98,607	127,015	115,264	134,409	213,871	261,424
2,005	101,221	131,293	117,685	138,073	218,906	269,366
2,006	103,769	135,436	120,057	141,643	223,826	277,079
2,007	106,256	139,456	122,382	145,125	228,638	284,581
2,008	108,667	143,363	124,565	148,525	233,352	291,888
2,009	111,064	147,167	126,906	151,848	237,970	299,015
2,010	113,391	150,874	129,109	155,101	242,500	305,975
2,011	115,671	154,493	131,274	158,287	246,945	312,780
2,012	117,907	158,029	133,405	161,410	251,312	319,439
2013	120,102	161,487	135,502	164,474	255,604	325,961
2014	122,375	164,873	137,566	167,482	259,941	332,355
2015	124,375	168,191	139,601	170,436	263,976	338,627
TMAC	2.74	3.642	2.123	2.829	2.405	3.216

Para poder analizar los datos anteriores a continuación se pueden apreciar gráficas donde se muestra el comportamiento que se espera tener en los siguientes años.





De las estadísticas mostradas anteriormente se puede concluir que durante el periodo de 1996 a 2015 la aviación en México se espera que tenga incremento a la alza, como se puede ver en las siguientes tablas:

PASAJEROS	Tasa promedio Escenario Bajo	Tasa promedio Escenario Alto
Aviación. Comercial	3.48	4.89
Aviación Regional	8.08	11.42
Aviación General	3.73	5.21
TOTAL	3.48	4.89

OPERACIONES	Tasa promedio Escenario Bajo	Tasa promedio Escenario Alto
Aviación. Comercial	3.014	4.321
Aviación Regional	7.566	10.645
Aviación General	3.479	4.958
TOTAL	3.375	4911

CARGA TRANSPORTADA	Tasa promedio Escenario Bajo	Tasa promedio Escenario Alto
Carga Nacional	2.740	3.642
Carga Internacional	2.123	2.829
TOTAL	2.405	3.216

Los pronósticos anteriores nos muestran que la aviación tendrá un incremento moderado en los siguientes 20 años. Las estadísticas se pueden considerar muy confiables, pero al ser estadísticas al largo plazo, pueden verse seriamente modificadas por el entorno económico que se viva en México y en el mundo.

Así por ejemplo si comparamos los datos obtenidos en el documento Sistema Estadístico aeroportuario de 1993, con los datos del mismo documento pero de 1996, tendremos lo siguiente:

AÑO	Pasajeros Reales (SEA 96)	Pasajeros Pronosticados Escenario Bajo (SEA 93)	Pasajeros Pronosticados Escenario Alto (SEA 93)
1994	18,889,627	18,469,800	20,034,900
1995	15,851,356	20,217,300	22,838,000

De la comparación anterior podemos observar que la demanda de pasajeros en 1995 fue 24% menor a la esperada para un escenario bajo y 32% menor para el escenario alto. Si consideramos como se explicó anteriormente que la demanda de transporte aéreo esta muy ligada a la situación económica que viva el país y el mundo, la cual a través de la historia se ha visto que atraviesa por ciclos de gran crecimiento y de gran crisis, pero con una tendencia siempre a un creciento el cual puede ser rapido para el caso de los países desarrollados y muy lento para los países subdesarrollados como México.

Se considera que la demanda del transporte aéreo que en 1996 se comenzó ha estabilizar sin tener un gran incremento con respecto a 1995, y se espera que a partir de 1997 comience a tener un crecimiento aunque no tan alto como el que se había previsto en los pronósticos de 1993. Por lo cual aunque el problema de saturación del aeropuerto se ha aplazado un poco si es conveniente que se siga con el estudio de los posibles proyectos que nos permitan solucionar el problema que se presentará en el futuro.

2.2.5 EL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO A NIVEL INTERNACIONAL.

El aeropuerto de la Ciudad de México esta clasificado como un aeropuerto internacional de categoría novena y del tipo metropolitano atiende al 15,853,812 de pasajeros anuales lo cual lo ponen como el aeropuerto número uno de México. Si consideramos que el número total de pasajeros transportados fue de 44,569,000 pasajeros y 1,061,160 de operaciones, nos dan un porcentaje a nivel nacional de 34%. En la siguiente tabla se muestran los principales aeropuertos Mexicanos:

Aeropuerto	Pasajeros
México D.F:	15,853,812
Cancun	4,847,097
Guadalajara	4,047,326
Tijuana	2,808,484
Monterrey	2,304,390
Puerto Vallarta	1,629,507
Acapulco	1,316,606
San José del Cabo	888,413
Mérida	665,955
Mazatlan	651,902

Si consideramos que los principales aeropuertos de los Estados Unidos transportaron las siguientes cantidades de pasajeros:

AEROPUERTO	CIUDAD Y ESTADO	PASAJEROS
CHICAGO O'HARE INTL	(CHICAGO,IL)	31,433,002
THE WILLIAM B HARTSFIE	(ATLANTA,GA)	28,090,978
DALLAS/FORT WORTH	(DALLAS-FORT, TX)	26,962,940
LOS ANGELES INTL	(LOS ANGELES, CA)	26,133,795
SAN FRANCISCO INT	(SAN FRANCISCO, CA)	17,187,766
MIAMI INTL	(MIAMI,FL)	16,065,673
DENVER INTL	(DENVER,CO)	14,858,763
JOHN F KENNEDY INTL	(NEW YORK,NY)	14,601,827
DETROIT METROPOLITAN W	(DETROIT,MI)	14,082,598
PHX PHOENIX SKY HARBOR INT	(PHOENIX,AZ)	13,738,433
LAS MC CARRAN INTL	(LAS VEGAS,NV)	13,243,748
NEWARK INTL	(NEWARK,NJ)	13,230,961
LAMBERT-ST LOUIS INTL	(ST LOUIS,MO)	12,790,701
MINNEAPOLIS-ST PAU	(MINNEAPOLIS, MN)	12,559,491
GENERAL EDWARD LAWRENCE	(BOSTON,MA)	11,734,693

Podemos ver que el aeropuerto de México solo es superado por 7 aeropuertos, y si consideramos que Estados Unidos es el principal país en el transporte aéreo, podemos concluir que el aeropuerto de la Ciudad de México es uno de los más importantes del mundo en cuanto a los pasajeros transportados.

CAPÍTULO III

ALTERNATIVAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA



OBJETIVOS:

El presente capítulo tiene el objetivo de mostrar las distintas propuestas que se han realizado para poder solucionar el problema de saturación que se presentará en el aeropuerto de la Ciudad de México en el futuro próximo, por lo que es necesario que en este momento se tenga ya definido el proyecto que se realizará para poder mantener en forma aceptable las condiciones de operación del transporte aéreo en el área terminal de la Ciudad de México.

3.1 ALTERNATIVAS QUE YA HAN SIDO RECHAZADAS

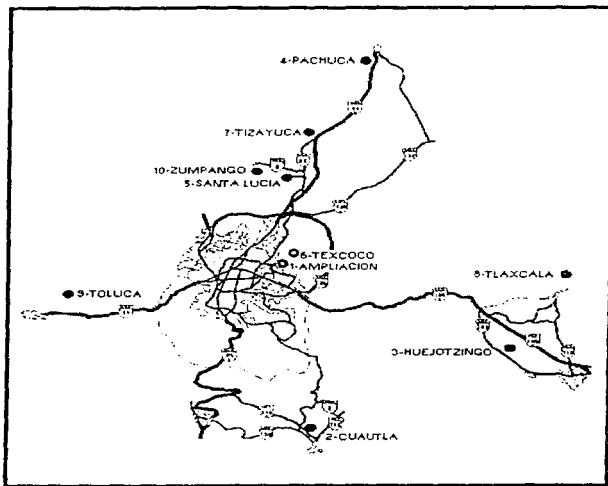
Ante las perspectivas de saturación y la imposibilidad de resolver la demanda futura, mediante ampliaciones convencionales del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, se iniciaron desde hace varios años estudios para determinar la ubicación de un nuevo aeropuerto. Con la capacidad suficiente para atender demandas pronosticadas en un horizonte de más de 30 años.

Con estos objetivos en consideración se efectuó una investigación de carácter técnico, geográfico-topográfico y socioeconómico, que abarcó no sólo las áreas del Valle de México, sino también áreas situadas en los Valles contiguos de Toluca, Morelos y Puebla. Los resultados de estos estudios fueron recopilados en documentos técnicos de los aeropuertos por separado, y luego se realizaron los análisis de todas las opciones, de los cuales se crearon varios documentos de los que destacan los siguientes: *"Evaluación de alternativas de solución para el sistema aeroportuario del valle de México (1982), Ampliación del aeropuerto internacional de la Ciudad de México" (1984), "Plan Maestro del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México" (1986), "Análisis actualizado de opciones de solución para el aeropuerto internacional de la Ciudad de México" (1988)* editados por la por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), *"Sistema aeroportuario para la Zona Metropolitana" (1991)* editado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), *"Estudio preliminar Aeropuerto caracol" (1994)* realizado por ICA, y *"Proyecto Aeropuerto Hidalgo" (1995)* realizado por el Grupo de Consultores Hidalgo.

De este análisis, fueron examinadas diez diferentes proposiciones que incluyeron, además, una posible ampliación de las instalaciones actuales. La alternativa de ampliación busca conservar una parte de las instalaciones en su ubicación actual y desplazar otras a una mejor localización. Se designaron con el nombre de la Ciudad o Población más cercana al sitio sugerido, estas proposiciones se identifican como sigue:

- 1- Ampliación
- 2- Cuatla
- 3- Huejotzingo
- 4- Pachuca
- 5- Santa Lucia
- 6- Tlaxcala
- 7- Texcoco
- 8- Tizayuca
- 9- Toluca
- 10- Zumpango

En la siguiente figura se puede apreciar la localización que tiene cada una de las propuestas con respecto a la Cd. de México.



(Referencia 9)

Estas proposiciones, fueron objeto de un primer análisis en el cual se realizaron estudios preliminares de las principales afectaciones que se podrían presentar en caso de llevarse a cabo el proyecto del nuevo aeropuerto. De este primer análisis se descartaron seis de las diez opciones por considerarse que representaban grandes problemas para su realización: Las propuestas que fueron rechazadas a continuación se mencionan:

3.1.1 CUAUTLA

El nuevo aeropuerto se encontraría ubicado a 90 Km. de la Cd. de México lo cual representa un problema debido a la lejanía con los centros generadores de pasajeros. Presentaba dificultades topográficas y limitaciones en el espacio aéreo. En el proyecto era necesario realizar un gran movimiento de terracerías, lo cual encarecía mucho los costos. Además se tenían problemas de drenaje muy importantes, y se tenía la necesidad de expropiar aproximadamente 2,500 Ha. de tierras agrícolas altamente productivas.

3.1.2 HUEJOTZINGO:

El nuevo aeropuerto se encontraría ubicado a 42 Km. de la Cd. de México. Los problemas que se presentaban para la realización del proyecto eran la lejanía con respecto a los lugares de origen y destino de los usuarios. Presentaba además problemas de capacidad a largo plazo debido a que no se contaba con los terrenos para poder realizar ampliaciones. El proyecto requeriría de importantes obras de terracería para la construcción de las pistas necesarias para la atención de la demanda de la Ciudad de México con lo que se tendría un movimiento de terracerías muy alto. No se tenían problemas en el uso de suelo, el cual era utilizado para la agricultura, y los espacios aéreos eran amplios.

3.1.3 PACHUCA

El nuevo aeropuerto se encontraría ubicado a 90 Km. de la Cd. de México lo cual representa un problema debido a la lejanía con los centros generadores de pasajeros y aunque el sitio se puede conectar fácilmente a la autopista México-Pachuca esta sería insuficiente para aceptar el tráfico que generaría el aeropuerto, además de que al llegar a la Ciudad de México esta vialidad entra por una zona muy conflictiva en cuestión de tránsito. Otra desventaja que se presentaría se debe a los problemas que se tiene en los espacios aéreos originados por la cercanía con la base militar Santa Lucía, la cual es la más importante de todo el país, la cual tendría que cancelarse o modificar sus operaciones para que pudiera funcionar con el aeropuerto de Pachuca.

3.1.4 SANTA LUCIA

El aeropuerto de Santa Lucía, fue rechazado porque a largo plazo no podría ofrecer la capacidad requerida, implicando además el cierre de la Base Militar allí ubicada. Se presentaban problemas derivados de la capacidad de los terrenos debido a que los suelos donde se planteaba construir el aeropuerto son mediocres y heterogéneos y su adquisición plantearía problemas del orden institucional y asimismo se presentaban limitaciones en el espacio aéreo que afectarían las operaciones aeronáuticas y no satisfacían las normas internacionales.

3.1.5 TLAXCALA

El nuevo aeropuerto se encontraría ubicado a 90 Km. de la Cd. de México. Los problemas que se presentaban para la realización del proyecto eran la lejanía con respecto a los lugares de origen y destino de los usuarios. Presentaba además de problemas por limitaciones en el espacio aéreo en esa zona en particular.

3.1.6 ZUMPANGO

El nuevo aeropuerto se encontraría ubicado a 42 Km. de la Cd. de México. La construcción del aeropuerto implicaría suprimir en la zona actividades agrícolas de alta productividad. Se tendrían problemas en la adquisición de los terrenos debido a que no se podría recurrir a la expropiación de los terrenos por causa de utilidad pública, y el costo de los mismos mediante compra resultaría demasiado elevado.

La zona alrededor del aeropuerto tiene una alta probabilidad de urbanizarse en la siguientes décadas lo que causaría problemas en lo referente a tener los terrenos para una futura expansión y problemas de contaminación principalmente por ruido.

Con respecto a los espacios aéreos son muy amplios por lo cual no causaban ningún problema. El suelo no presentaba problemas para soportar las cargas ya que estaría sometido y la zona tiene un drenaje normal.

Una vez examinadas estas ubicaciones, la atención se concentró en las cuatro restantes: Toluca, Tizayuca, Texcoco y ampliación de las instalaciones actuales, que se plantearía, mediante una concepción original que permitiera asegurar la nueva capacidad requerida, sin necesidad de abandonar del todo la actual ubicación. Alternativas que fueron objeto de un estudio a mayor profundidad dentro del proceso de eliminación. Las cuales se analizarán más adelante en este mismo capítulo.

3.2 ALTERNATIVAS QUE INVOLUCRAN AEROPUERTOS EXISTENTES.

Los estudios fueron realizados por grupos de trabajos organizados para el efecto en el que se incorporaron todas las dependencias, organismos y empresas nacionales involucradas en el transporte aéreo, de las cuales se pueden mencionar la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, Servicios a la navegación del Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), el colegio de pilotos mexicanos, y las compañías aéreas. Los grupos que se abocaron al examen de las ventajas y desventajas de cada una de las cuatro opciones preseleccionadas.

El aspecto medular del estudio de factibilidad consiste en un análisis comparativo de las cuatro opciones, mediante el examen de ellas a la luz de un conjunto de criterios de valoración que corresponden a aspectos de diferente naturaleza, teóricos, económicos, sociales y urbano-regionales, y que resultan de interés relevante en la solución del aeropuerto que requiere la Ciudad de México para los años por venir.

La comparación en términos de estos criterios fue practicada de la manera más homogénea posible, de tal suerte, que las particularidades inherentes a cada alternativa fuesen reducidas a términos verdaderamente comparativos, principalmente en materia de costos, pero también en cuanto a los aspectos sociales, políticos y urbanos que cada una de las decisiones produciría.

El primer factor importante a determinar era el del recorrido terrestre, para el cual se tenía que establecer un punto teórico, en el que para términos prácticos estaría concentrada la toda la demanda de pasajeros.

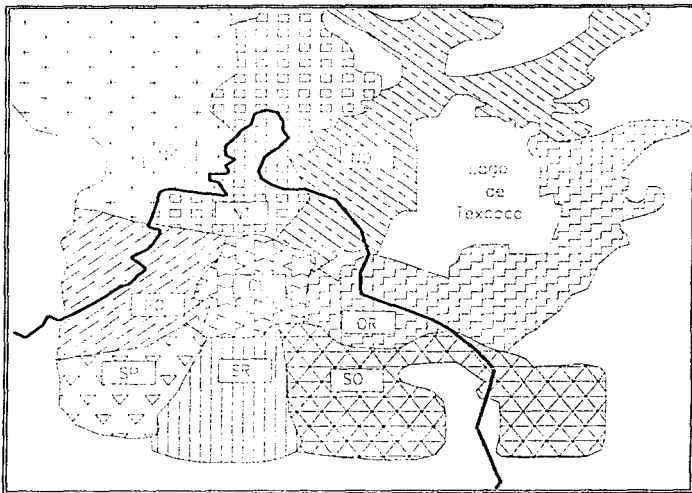
En 1992 ASA realizó un estudio de la distribución de la demanda en la zona metropolitana del Valle de México, los resultados se expusieron en el documento "Análisis del impacto de las alternativas de ampliación del AICM en la infraestructura de la Ciudad de México".

ASA dividió la zona metropolitana en nueve macrozonas. la división de estas macrozonas fue tomando en cuenta principalmente su localización y en un segundo término el nivel socioeconómico de las personas que las habitan. El nombre de las macrozonas y el territorio que ocupan se menciona a continuación:

MACROZONA		DELEGACIONES Y/O MUNICIPIOS
Centro	CE	Benito Juárez, Iztacalco, Cuauhtemoc, Venustiano Carranza
Norponiente	NP	Naucalpan, Tlanepantla, Atizapan de Zaragoza, Nicolas Romero Cuatitlan Izcalli, Azcapotzalco
Nororienté	NO	Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Ecatepec, Tecamac, Acolman Teotihuacan
Noite	NT	Gustavo Madero, Tultitlan, Coacalco, Tlanepantla, Melchor Ocampo, Nextlalpan Tultepec
Oriente	OR	Iztapalapa, Nezathualcoyotl, La Paz, Chimalhuacan, Texcoco, Papalotla, chiautla, chicoloapan Venustiano Carranza
Poniente	PO	Miguel Hidalgo, Naucalpan Huixquilucan, Cuajimalpa, Alvaro Obregon
Sur	SR	Tlalpan, Coyoacan
Suroponiente	SP	Magdalena Contreras, Alvaro Obregon
Suroriente	SO	Xochimilco, Tlahuac, Milpa Alta, Chalco iztapalapa

(Referencia 14)

En la siguiente figura se muestra gráficamente las nueve macrozonas:



(Referencia 14)

ASA con ayuda de las aerolíneas y la comandancia del aeropuerto de México, los cuales le proporcionaron datos estadísticos del origen y estatus económico de los pasajeros que utilizaban el servicio aéreo, pudo obtener porcentajes de pasajeros para cada macrozona. Adicionalmente se obtuvo para cada macrozona su centroide basándose en la geometría del área de cada macrozona y buscando que ese centroide fuera un punto fácil de reconocer, como por ejemplo el cruce de avenidas.

Los porcentajes, los centroides y las distancias que se recorren en promedio se mencionan en la siguiente tabla:

MACROZONA	%	CENTROIDE	Distancia al aeropuerto (Km) *
Centro	26 %	Viaducto Piedad y Calzada de Tlalpan	9
Norponiente	16 %	Periférico Poniente y P. Santa Mónica	30
Nororiental	5 %	Av. Central y B. Río de los Remedios	10
Norte	6 %	Cal. Vallejo y Eje 5 Norte	14
Oriente	4 %	Periférico Oriente y Cal. Ignacio Zaragoza	8
Poniente	14 %	Periférico Poniente y Paseo de la Reforma	21
Sur	12 %	Periférico Sur y Av. Estadio Azteca	19
Suroponiente	11 %	Periférico Poniente y Av. San Jerónimo	24
Suroriental	4 %	Periférico Oriente y Av. Tlahuac	17

(Referencia 14)

De la tabla anterior se puede apreciar que la zona que contribuye más alto porcentaje al transporte aéreo es la zona Centro. Lo cual era de esperarse debido a que en esa macrozona se encuentran ubicadas una gran cantidad de zonas habitacionales de clase media alta y alta, las cuales son por lo general las que más utilizan el transporte aéreo. Además en la zona se encuentran localizadas la gran mayoría de los hoteles y atracciones que normalmente los turistas visitan.

De los porcentajes y distancias al aeropuerto se cálculo el centroide de la zona metropolitana el cual se encuentra ubicado aproximadamente entre las avenidas de los Insurgentes y Chapultepec.

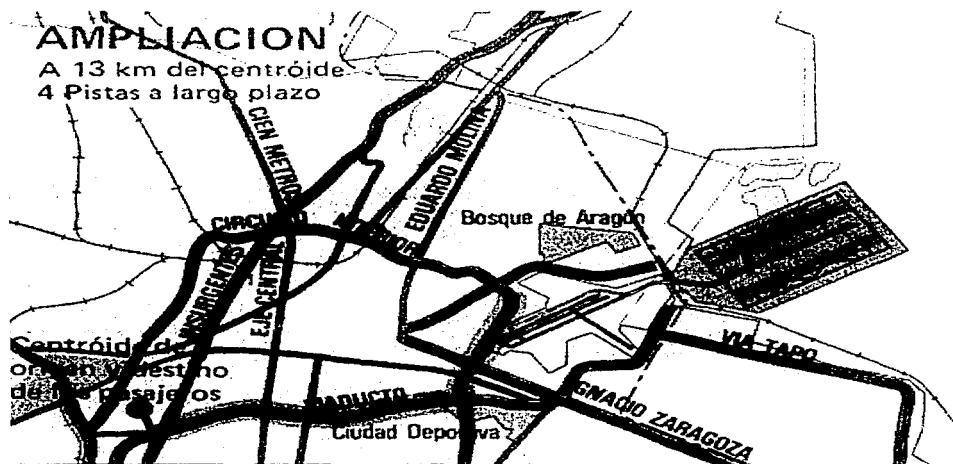
Este centroide nos servirá de base para el calculo de los tiempos de vuelo y costos adicionales que se tendrían en las diferentes alternativas. Aspectos muy importantes en el análisis de las propuestas de solución.

3.2.1 AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

La solución "Ampliación" plantea el desarrollo del aeropuerto en nuevas instalaciones aledañas a las actuales, ampliando esté hacia el noroeste, ocupando terrenos del Lago de Texcoco. Estos terrenos desde la creación de la Comisión del Lago de Texcoco (la cual es la encargada de protección de la zona) habían sido reservados para una futura ampliación del aeropuerto. Además en la actualidad son lo únicos terrenos disponibles, que se podrían utilizar para un futuro crecimiento del aeropuerto, debido a que el resto del perímetro del aeropuerto se encuentra ya habitado (colonias: Caracol, Peñón de los Baños, Moctezuma, Federal, Cuchilla del Tesoro, El Sol y Cd. Lago), y su posible utilización causaría grandes problemas sociales, por las expropiaciones de terrenos, que tendrían que realizarse.

En su desarrollo final el proyecto de ampliación contaría con 4 pistas paralelas, con una capacidad para 150 posiciones simultáneas de aeronaves estacionadas en plataforma, así como espacios suficientes para alojar todos los elementos necesarios para que en un futuro pudiera instalarse completamente el aeropuerto de la Ciudad de México, con capacidad para más de 50 millones de pasajeros por año, liberando la valiosa área del aeropuerto actual para los diversos usos que con fines ecológicos demanda la ciudad de México.

En la siguiente figura se muestra un croquis de la localización de las nuevas instalaciones.



(Referencia 9)

En las últimas tres décadas se han planteado varias soluciones, las cuales fueron sufriendo cambios ocasionados por el ritmo al que iba creciendo la demanda del transporte aéreo en la capital. Originalmente el proyecto era realmente una solución de ampliación del aeropuerto actual y mantenía en servicio la mayoría de las instalaciones.

Es por eso que los primeros proyectos preveían la utilización de las instalaciones existentes (ampliadas y prolongadas) y la construcción de dos nuevas pistas solamente, las cuales debían estar alejadas de las pistas existentes para garantizar la independencia de operación de ambos pares de pistas.

Partiendo de esa situación, el nuevo sistema de dos pares de pistas constituía un conjunto aeroportuario completo, pero el espacio libre entre ambos grupos resultaba insuficiente para las dos terminales, que deberían manejar por lo menos 60 millones de pasajeros por año. Por estas razones, el nuevo plan maestro fue elaborado considerando la construcción de 4 nuevas pistas, lo que en definitiva resulta ser la construcción de un nuevo aeropuerto al lado del aeropuerto existente.

Debe tomarse en cuenta que si se conservaran las pistas existentes, no podrían utilizarse simultáneamente con el par de pistas nuevas situadas del lado Oeste, debido a que la distancia entre sus ejes centrales sería aproximadamente 300 m, la cual es una separación que por reglamentación internacional, no permite la operación simultánea de los pares de pistas, teniéndose que realizarse operaciones desfasadas. Tomando como base lo anterior, la capacidad aeronáutica sería la de un sistema de 4 pistas.

La ventaja que se podría tener al mantener en operación las pistas actuales, sería la de poderlas utilizar a su máxima capacidad cuando las pistas situadas al oeste estuvieran en mantenimiento, con lo cual el sistema total seguiría siendo de 4 pistas y no se tendrían pérdidas en la capacidad del aeropuerto durante ese tiempo.

Las distintas propuestas del proyecto de ampliación de las instalaciones del Aeropuerto Internacional de México, están integradas principalmente por tres elementos:

- ◆ Las instalaciones aeronáuticas.
- ◆ La conexión entre las instalaciones existentes y las nuevas.
- ◆ La terminal de pasajeros.

INSTALACIONES AERONÁUTICAS

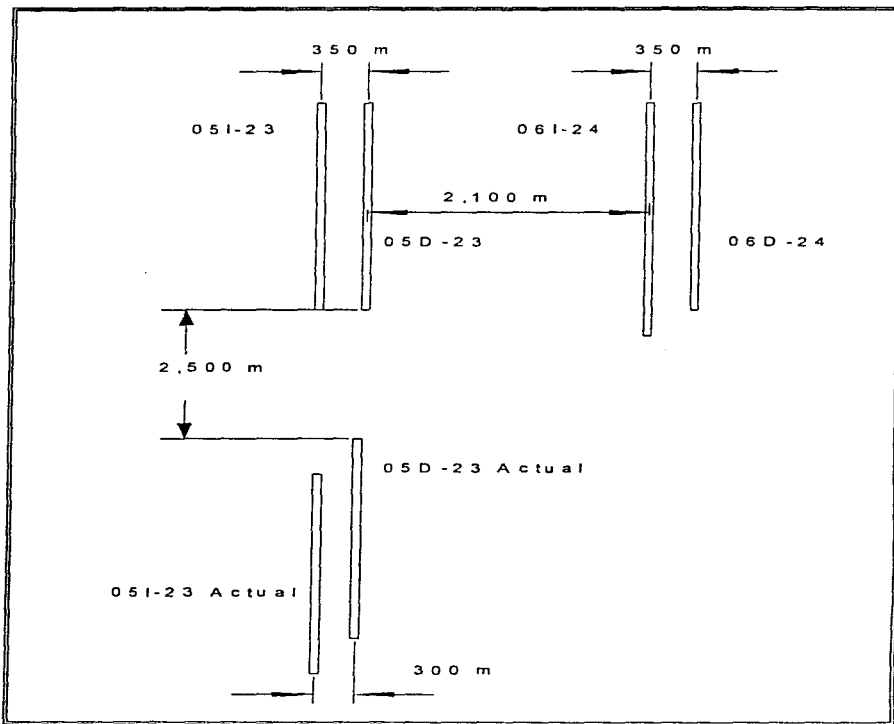
Con respecto a este elemento las propuestas como se menciono anteriormente indican que se deben construir a largo plazo cuatro nuevas pistas. Las nuevas pistas se ubicarían en la zona del Ex-Lago de Texcoco. Debido a la situación de los vientos dominantes, se tienen dos posibles orientaciones de pistas (05-23 y 13-31). De estas dos orientaciones por la limitación del espacio aéreo, la orientación óptima es la 05-23, con lo cual se tendría que las nuevas pistas serían paralelas a las actuales.

Debido al área que se tiene disponible la configuración que tendrían las pistas, no se puede manejar las cuatro pistas en forma simultánea, puesto que se tendría que disponer de al menos 4,500 m. considerando una separación de 1,500 m, entre cada pista. Por lo anterior sólo puede operar el sistema con dos pistas paralelas y intercalando las demás operaciones.

La configuración de las pistas sería la siguiente:

- Las pistas 05I-23 y la 05D-23 estarían separadas entre ellas 350 m.
- Las pistas 06I-24 y la 06D-24 estarían separadas entre ellas 350 m.
- Las pistas 05D-23 y la 06I-24 estarían separadas al menos 1,500 m.

En la siguiente figura se muestra gráficamente la configuración de las pistas:



(Referencia 8)

La determinación de la separación entre las pistas 051-23 y la 06D-24 y la ubicación de las cuatro pistas con respecto a las pistas actuales son los principales aspectos que se deben tomar en cuenta en el diseño del sistema de pistas. El análisis de las diferentes alternativas que se podían manejar con respecto a la colocación de las nuevas pistas, originó que se plantearan varias propuestas las cuales se mencionan a continuación:

Propuestas	Separación entre pistas centrales	Separación de las pistas A de la pista 05D actual	Separación de las pistas B de la pista 05D actual
	[m]	[m]	[m]
1	1,600	1,600	0
2	1,800	1,800	0
3	1,900	1,800	150
4	2,100	1,800	300
5	2,400	2,400	0

(Referencia 8)

Donde:

Pistas A. Son las pistas que se estarían ubicarás al Sureste de la pista actual 05D

Pistas B. Son las pistas que se estarían ubicarás al Noroeste de la pista actual 05D

La capacidad para cada propuesta se muestra en la siguiente tabla

Propuesta	Pasajeros Anuales	Operaciones Anuales
1	47,000,000	410,000
2	55,000,000	495,000
3	55,000,000	495,000
4	75,000,000	650,000
5	83,000,000	700,000

(Referencia 8)

Si consideramos que los pronósticos de demanda de transporte aéreo para el año 2,015 son los siguientes:

Escenario	Pasajeros Anuales	Operaciones Anuales
Bajo	31,704,925	490,980
Alto	41,631,411	649,317

(Referencia 8)

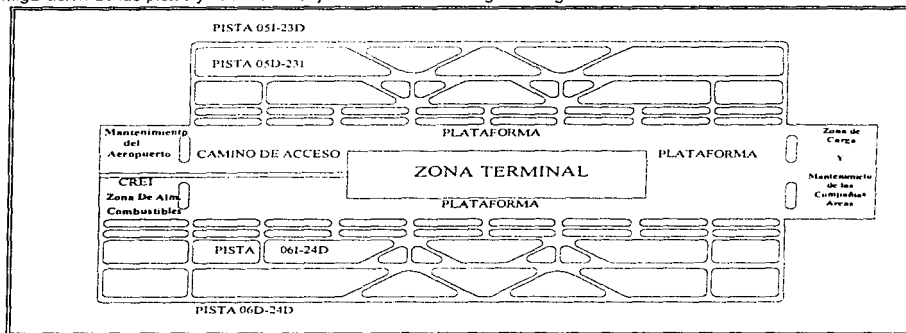
Comparando los datos de las dos tablas anteriores, podemos apreciar que las propuestas 1,2 y 3 no serían adecuadas porque tendríamos un sistema que estaría muy cercano a saturarse, debiendo buscar una configuración que al menos nos sirva para tener un servicio adecuado los próximos treinta años.

La propuesta, que maneja una separación entre pista centrales de 2,400 m. aunque es la que nos daría la mayor capacidad, es muy difícil de realizar debido a que afectaría al gran canal, en forma parcial a los potreros de investigación y al río Churubusco y a la planta de tratamiento de aguas negras y parcialmente al lago Churubusco.

Estas afectaciones producirían grandes costos. Por lo que se piensa que la propuesta que maneja una separación de 2,100 m. sería la más conveniente de realizar, presentándose además una menor distancia de traslado de los aviones hacia los umbrales, con lo que se podría ahorrar en combustibles y con esto la carga pagada podría aumentar un poco.

En cuanto a la longitud de estas pistas adicionales, se determinó tomando en cuenta la operación de aeronaves del tipo DC-10, B747, que en términos generales requieren alrededor de 4000 m para sus despegues y longitudes menores para sus aterrizajes, la longitud de 4,000 m se tendría en tres de las cuatro nuevas pistas y en la otra pista será de 4,500m para permitir el despegue de la mayor parte de los aviones pesado con escalas a larga distancia.

La configuración de las pistas y calles de rodaje se muestra en la siguiente figura:



(Referencia 8)

Entre las pistas intermedias se cuenta con un espacio suficiente para ubicar al resto de las instalaciones aeroportuarias. Las instalaciones estarían compuestas por elementos del área terminal y los elementos de apoyo tales como combustibles, Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI) y las oficinas de autoridades.

La superficie total del aeropuerto sería de 2,265 Ha. Las cuales incluirían la superficie de las instalaciones actuales.

Tomando en cuenta la configuración que tendría el sistema de pistas, la dirección de los vientos y la forma operación que se le diera al sistema de pistas se puede calcular la capacidad por hora del sistema.

Por el tipo de vientos que predominan por la zona y la orientación de las pistas, las aeronaves pueden realizar sus operaciones de despegues y aterrizajes en dos direcciones: hacia el Noreste y al Suroeste. En la siguiente tabla se indica la capacidad que tendría el sistema para distintas configuraciones de pistas y modos de operación:

Configuración	Dirección del Flujo	Pistas en el AICM	Pistas en Ampliación	Capacidad (ops/h)
A1	Noreste	2	1	85
A1	Suroeste	2	1	105
A2	Noreste	2	2	95
A2	Suroeste	2	2	120
A3	Noreste	0	3	105
A3	Suroeste	0	3	105 a 118 (1)
A4	Noreste	2	3	95
A4	Suroeste	2	3	120
A5	Noreste	0	4	95 - 120 (2)
A5	Suroeste	0	4	120 a 126 (3)
A6	Noreste	2	4	95
A6	Suroeste	2	4	120

(Referencia 8)

(1) Según proporción de aterrizajes y despegues

(2) Si se especializan las pistas con aterrizajes y despegues secuencias

(3) Especializándose las pistas

A partir de las capacidades por sentido de funcionamiento se puede determinar la capacidad media para cada una de las configuraciones, si se toma en cuenta la distribución de los vientos que predominan en la zona.

La distribución de los vientos se muestra en la siguiente tabla:

Dirección del viento	%
Noreste	24
Suroeste	11
Calma	65

(Referencia 18)

Se considera que durante las calmas las condiciones de operación serian las mas favorables, es decir en todos los casos hacia el suroeste. En tal forma que los sentidos de operación se reparten como sigue:

Hacia el Noreste 24 %
Hacia el Suroeste 76 %

Tomando en cuenta lo anterior se calcularon las capacidades medias de operación para el aeropuerto, las cuales se pueden apreciar en la tabla siguiente:

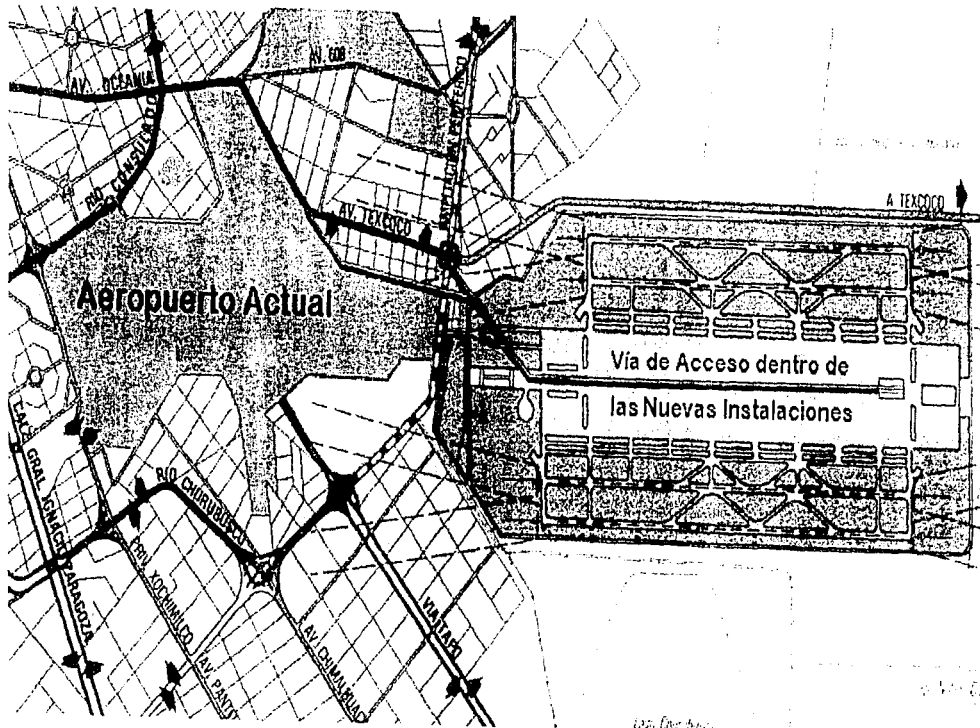
Configuración	Capacidad Media (op/hr)
A1	100
A2	114
A3	105 a 115
A4	114
A5	114 a 125
A6	114

(Referencia 18)

LA CONEXIÓN ENTRE LAS INSTALACIONES EXISTENTES Y LAS NUEVAS.

Para el diseño de la conexión entre las instalaciones existentes y las nuevas en un principio se tenía la propuesta de manejar las terminales actuales y nuevas en forma independiente, lo que originaba que el traslado de los pasajeros hasta las nuevas instalaciones lo realizaran en vehículos públicos o privados, y utilizando las avenidas Oceanía, 602 y Av. Texcoco si los pasajeros vinieran de las zona norte de la Ciudad, y si vinieran de la zona sur se utilizarían la vía tapo y el periférico, llegando a la entrada del aeropuerto se utilizarían vías de acceso construidos dentro del aeropuerto, de tal manera que se permitiera que los vehículos llegaran hasta los estacionamientos ubicados en frente de los nuevos edificios terminales

El esquema que muestra la solución se muestra a continuación:



Esta solución tiene los inconvenientes de que el recorrido que se tiene que realizar para llegar a las nuevas instalaciones es muy largo, lo que provocaría mucho malestar y costos adicionales a los pasajeros. Además de que las vías de acceso que se utilizarían deberían ser ampliadas para poder recibir el tráfico adicional que provocaría el aeropuerto, teniendo que absorber estos costos el aeropuerto.

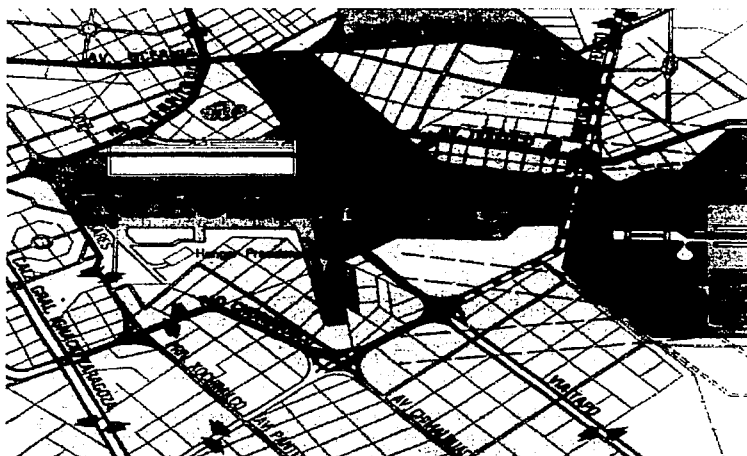
Una alternativa de solución a este problema sería la de construir vías de acceso dentro de la instalaciones actuales, por las cuales sólo transitarían los vehículos que tuvieran como destino el aeropuerto, con esto se evitarían los problemas de tránsito que el aeropuerto ocasionaría en las avenidas que lo rodean, y no sería necesario realizar ampliaciones en esas vías, lo que llevaría a tener un gran ahorro en los costos de construcción y evitaría los posibles problemas sociales que se presentarían en caso de que fuera necesario realizar expropiaciones de terrenos.

Las vías de acceso dentro del aeropuerto, podrían combinarse con las vías de acceso de la zona urbana para poder tener un sistema terrestre muy amplio y variado.

La localización de estas vías de acceso estarían en función de la operación que se le diera a las instalaciones actuales.

Si se presentara el caso de que las pistas actuales quedaran fuera de servicio, y todo el movimiento de las aeronaves se realizara en las nuevas instalaciones las vías de acceso podrían ser ubicadas en cualquier parte del aeropuerto. En este caso el trazo de estas vías de acceso podría ser el óptimo, puesto que se podrían diseñar de tal manera que el recorrido fuera el mínimo.

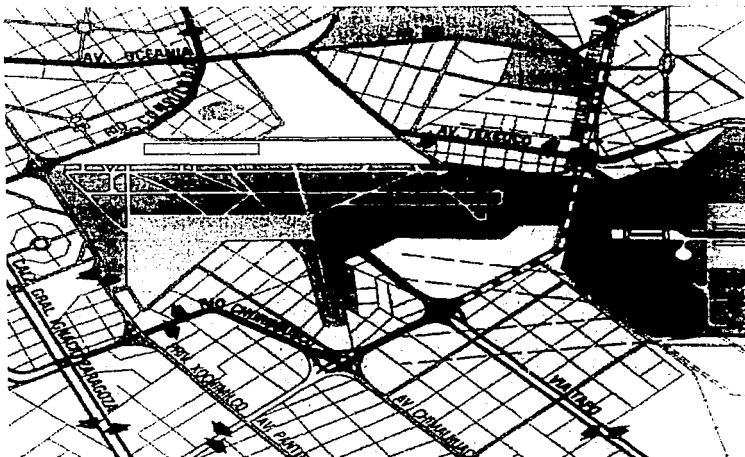
El trazo que se podría realizar para este caso sería el siguiente:



(Referencia 8)

Si se presentara el caso de que las dos pistas actuales siguieran en operación, el trazo de estas vías de acceso estaría restringido, debido a que se debe diseñar de tal manera que no intervenga con la operación de las aeronaves.

El trazo que se podría realizar para los dos casos anteriores sería el siguiente:



En esta opción tendrían que modificarse la ubicación de la zona de almacenamiento de combustible, debido a que estaría muy cerca de la vía de acceso. Además tendría que dejarse de operar la plataforma remota norte, para evitar interferencia con los automóviles terrestres.

Todas las opciones antes mencionadas al permitir que el público llegue hasta las nuevas instalaciones, provocarían que se desarrollaran dentro de las nuevas instalaciones actividades comerciales y de servicios, lo que puede provocar asentamientos humanos sobre el sitio que lamentablemente serían irregulares y provocarían problemas para el manejo de una futuras modificaciones y ampliaciones de las instalaciones, como paso en el aeropuerto actual.

Por lo todos los inconvenientes que se presentaban con acaban de mencionar, se pensó en otra solución la cual contemplaba utilizar las instalaciones actuales modificándolas de tal manera que se pudiera hacer frente a los incrementos de la demanda.

Los pasajeros llegarían hasta la terminal actual y serían transportadas hasta las aeronaves, utilizando una vialidad dentro del aeropuerto que conectaría la terminal actual con las nuevas instalaciones aeronáuticas. El esquema del funcionamiento de este sistema se muestra en la siguiente figura.

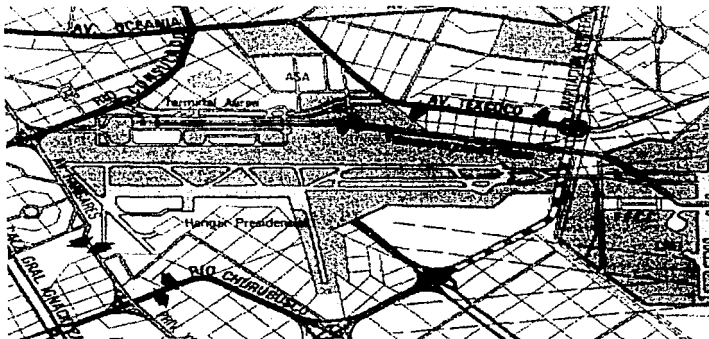


Los vehículos que se utilizarían para transportar los pasajeros serían semejantes a los ahora utilizados en el metro, los cuales tendrían las características de ser altamente especializados, eficientes, con gran capacidad, veloces, seguros y cómodos.

La línea que se utilizaría debería de tener las siguientes características:

- ◆ La línea debe tener el menor recorrido posible para asegurar un movimiento de tipo "lanzadera" y minimizar así los tiempos de recorrido y los costos de infraestructura y de operación, la longitud aproximada de la línea sería de 8 Km.
- ◆ La línea debe ser electricada para evitar humos y ruidos en el interior de los edificios.
- ◆ La línea debe ser mayoritariamente de superficie, con excepción del interior de los edificios, donde convendría la solución elevada para lograr las alturas necesarias en la operación y, subterránea solamente en los puntos en que se requiera el cruce con movimiento de otros vehículos
- ◆ Debe disponer de al menos dos tipos de vagones, uno para el traslado de los pasajeros y el otro para el equipaje, cuyo traslado debería ser, en lo posible, coincidente con el de los pasajeros.

Esta opción nos permite que al nuevo conjunto de instalaciones sólo tendrían acceso los pasajeros y el personal encargado de la prestación de servicio de transportación aérea, con lo cual se elimina el riesgo que implica llevar al público en general hasta las nuevas instalaciones, lo cual ocasionaría los problemas que anteriormente se mencionaron. En la siguiente figura se muestra el esquema para esta opción:



(Referencia 8)

LA TERMINAL DE PASAJEROS.

Otro elemento determinante en el análisis para establecer el desarrollo adecuado del aeropuerto es la zona terminal, que dentro de los sistemas que componen el aeropuerto constituye la parte en la cual se realiza la mayor actividad aérea.

El diseño de la terminal de pasajeros está en función de la forma de conexión entre las instalaciones actuales y futuras que se elija de las dos alternativas planteadas en el inciso anterior.

Alternativa 1: *Terminales descentralizadas, con acceso de los pasajeros a las nuevas instalaciones.*

Si se eligiera la opción que plantea que los pasajeros llegaran hasta las nuevas instalaciones, se podrían manejar varios tipos de terminales, las cuales se mencionan a continuación:

- ◆ *Terminal tipo lineal*
- ◆ *Terminal tipo muelle*
- ◆ *Terminal tipo satélite*
- ◆ *Terminal tipo vehicular*

Para cada uno de los tipos de terminal señalados A.S.A y S.C.T, realizaron en 1982 análisis para encontrar la mejor opción de solución. Los análisis tomaron en cuenta la ubicación de pistas, las estrategias de desarrollo del aeropuerto, la demanda por servir, así como los siguientes factores:

- ◆ Posibilidad de desarrollo modular de los elementos principales del aeropuerto.
- ◆ Forma y dimensiones de las terminales.
- ◆ Facilidad para la circulación de las aeronaves en plataforma, y aprovechamiento del área de la misma.
- ◆ Facilidad para la organización de los servicios de plataforma.
- ◆ Distancias de recorrido a pie de los pasajeros.
- ◆ Sencillez y evidencia del flujo de pasajeros.
- ◆ Facilidad para el flujo y proceso del equipaje.
- ◆ Grado de mecanización interna del edificio.
- ◆ Posibilidad de crecimiento por etapas.

Los resultados de este análisis indicaron que la solución más adecuada era la Terminal satélite lineal, con conexión al edificio central por medio de túneles.

Las características de este tipo de terminal son las siguientes:

- ◆ Cada satélite, tiene una longitud suficiente para permitir el estacionamiento de 20 aeronaves en contacto y 12 posiciones en plataforma remota, pudiendo manejar anualmente de 7 a 10 millones de pasajeros como máximo.
- ◆ Las maniobras de las aeronaves en la plataforma resultan bastante sencillas, y el aprovechamiento del área de la misma puede decirse que es aceptable dependiendo del tipo de satélite.
- ◆ Las distancias a recorrer por los pasajeros resultan razonables y frecuentemente se utilizan bandas móviles para su traslado.
- ◆ En cuanto a los flujos de pasajeros y equipaje, estos tiene un buen grado de simplicidad.

- ◆ Para la conexión de la terminal a la aeronave se utilizan los puentes telescópicos, los cuales proporcionan un buen grado de servicio al pasajero y resultan más económico que el traslado mediante vehículos.

Adicionalmente, este tipo de solución presenta las siguientes ventajas:

- ◆ Se adapta perfectamente a la demanda que se estima necesario atender en el futuro y además tiene posibilidades de expansiones futuras.
- ◆ Se adapta a los crecimientos por etapas y a los independientes, en cuanto a posiciones en plataforma y al propio edificio.
- ◆ El grado de mecanización interna del edificio es relativamente bajo.
- ◆ Las posibilidades de solución para la vialidad frontal son amplias y sencillas, así como de la ubicación de estacionamientos a corta distancia.
- ◆ Con respecto a la distribución de las compañías aéreas en las nuevas instalaciones se vio la conveniencia de dividir en grupos a las líneas aéreas, para poder así diseñar el número de terminales que se tendrían.

Los estudios que se realizaron indicaron que la forma más adecuada de organizar los grupos era de la siguiente forma:

Por la importancia y volumen de operaciones que manejan las compañías aéreas Mexicana y Aeroméxico cada una de ellas sería un grupo. Las líneas aéreas Internacionales serían otro grupo.

Las demás compañías se quedarían en las instalaciones actuales.

Tomando en cuenta las líneas aéreas y la demanda esperada, la mejor opción sería de la de manejar terminales descentralizadas, las cuales permitirían que cada grupo tuviera concentradas sus instalaciones, y se evitaría la mezcla de las aerolíneas en un mismo edificio. Esto traería como consecuencia que las aerolíneas se pudieran organizar mejor, además disminuirían sus costos de operación. En cuanto a los pasajeros al tener edificios perfectamente identificadas las instalaciones de cada aerolínea, ahorrarían tiempo al no tener que recorrer todas las instalaciones como actualmente ocurre en el aeropuerto actual.

El número de módulos que se podrían construir sería de 7 de los cuales tres serían usados por Aeroméxico, 3 por Mexicana y uno por las compañías Internacionales.

La propuesta de la descentralización y el número de módulos anteriormente mencionado, ha sido formulada con base en la práctica y en las recomendaciones internacionales al respecto, de no llegar a tener grandes edificios centralizados cuya magnitud provoca fuertes problemas operativos y soluciones difícilmente alcanzables en cuanto a crecimiento por etapas.

Se estima que el volumen máximo de pasajeros anuales que puede manejar cada terminal descentralizada sería de 8 millones, dependiendo del tipo de solución de la terminal y reduciendo su nivel de servicio, se podría llegar a 10 millones por año.

Por lo tanto el aeropuerto con este tipo de configuración podría llegar a tener una capacidad máxima de 70 millones de pasajeros, esta capacidad garantizaría que el aeropuerto pudiera funcionar sin problemas durante un periodo mayor a 35 años.

Con respecto a las estrategias de traslado de las líneas aéreas se pospusieron varias alternativas, de las cuales la que parece más viable es la estrategia que maneja el cambio de Aeroméxico, desde le momento que esto sea posible. Este cambio liberaría a las instalaciones actuales de aproximadamente el 40 % de la demanda, la cual sería absorbida por las nuevas instalaciones, con lo cual el nivel de servicio que podría prestar el aeropuerto aumentaría.

Cuando las instalaciones actuales alcanzaran el nivel de saturación, se podrían trasladar las compañías extranjeras. El traslado de estas aerolíneas antes de Mexicana, se debe a que al manejar un volumen mucho menor, la reubicación de estas líneas sería menos problemática.

Por último una vez que ya están bien instaladas Aeroméxico y las compañías extranjeras, podría trasladarse en etapas a Mexicana a las nuevas instalaciones.

La terminal actual, una vez terminadas las modificaciones de las instalaciones tendría una superficie de 65,500 m², y sería ocupada por las demás líneas aéreas.

Alternativa 2: Una terminal centralizada, y una vía de acceso dentro del aeropuerto.

Si se eligiera esta opción se tendría que la terminal actual sería utilizada como la terminal centralizada. Las instalaciones actuales serían modificadas y ampliadas para poder así atender la demanda esperada.

La terminal presentaría la siguiente situación: El crecimiento de las instalaciones para hacer frente a los incrementos en la demanda se efectuaría, mediante el aprovechamiento de todas las instalaciones existentes en el edificio actual, construyéndose nuevos cuerpos a ambos lados de la línea de transporte terrestre que constituye el elemento de conexión.

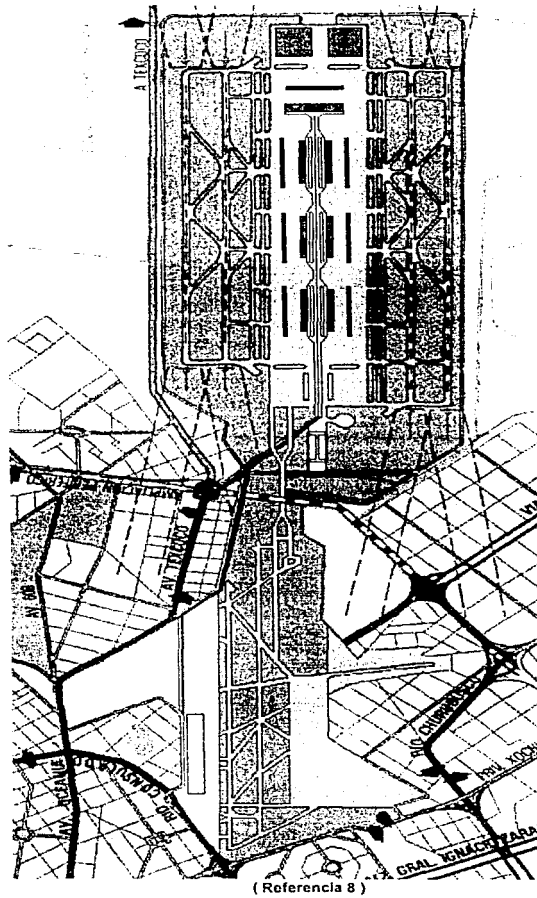
Se retirarían las actuales plataformas de operación y la pista 05I-23D. La terminal contaría con espacio suficiente para ampliar el edificio terminal actual y construir estacionamientos perimetralmente, servidos por una vialidad capaz de separar el transporte privado del transporte público y de estructurar el conjunto como una gran isla conectada radicalmente con las principales vías urbanas en la zona.

De esta línea se desprendería la línea de conexión que llevaría a los pasajeros a la zona aeronáutica. Las instalaciones que se construirían en esta zona para recibir a los pasajeros serían edificio que servirían sólo como salas de última espera, por lo cual sólo los pasajeros y empleados del aeropuerto tendrían acceso. Debido a lo anterior el tamaño de las salas de espera se optimizaría al máximo, permitiendo tener más espacio en la zona aeronáutica la cual sería utilizado para la mejor distribución de las plataformas.

Las salas de última espera estarían organizadas en tres grandes módulos. Cada uno de estos módulos estaría ocupada por un grupo de aerolíneas, los cuales son los mismos que se plantearon para el caso de terminales descentralizadas, es decir el grupo integrado por Mexicana, el integrado por las compañías extranjeras y el integrado por Aeroméxico.

La configuración de las salas tendría forma de muelles de cuatro dedos, los cuales se pondrían con cierta inclinación con respecto a las pistas para poder así las aeronaves puedan maniobrar con más facilidad.

El esquema del sistema completo se muestra en la siguiente figura:



ESPACIO AÉREO

Los obstáculos que podrían interferir con los procedimientos de vuelo de las aeronaves se mencionan en la siguiente tabla:

OBSTÁCULO	Altura MSNM	Altura con respecto al aeropuerto actual (m)	Orientación	Distancia al aeropuerto (km)
Cerro Gordo	3,070	833	NNE	36
Cerro Manantial	2,600	363	NNE	32
Cerro Chiconautla	2,600	363	NNE	22
Pico Tres Padres	3,110	873	NNW	17
Peñón de los Baños	2,304	67	SWW	5
Cerro Patlachico	2,760	523	NNE	32
Cerro Cuajio	2,740	503	NNE	30
Cerro Tezontle	2,610	373	NNE	26
Cerro Azteca	2,630	393	NNE	25
Cerro Tlapanco	3,600	1,363	SE	27
Cerro el Mirador	4,140	1,863	SE	30
Cerro Telapón	4,080	1843	SE	30
Cerro Chimáhuachi	2,560	323	SEE	11
Cerro Tejolote Grande	2,720	483	SEE	17
Cerro El Pino	2,760	523	SEE	18
Volcán Guadalupe	2,840	603	S	12
Volcán La Caldera	2,520	283	S	11
Volcán Jaltepec	2,510	273	SSW	13
Cerro La Estrella	2,460	223	SSW	11

(Referencia 14)

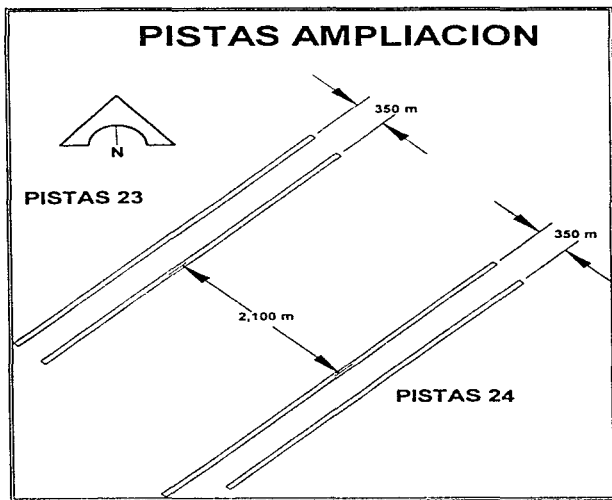
Para analizar los procedimientos operacionales que se podrían realizar en el nuevo sistema de pistas, la DGAC ha realizado diversos estudio, de los cuales se pueden obtener las siguientes conclusiones.

Los procedimientos operaciones que se tendrían, dependen de la configuración final de pistas que se adopte, así se pueden presentar dos casos. El primero sería el de utilizar sola las cuatro nuevas pistas de la ampliación, y en el segundo se utilizarían las cuatro nuevas pistas de la ampliación junto con las actuales.

CASO 1: Pistas nuevas en operación.

Para este caso se podrían realizar los siguientes tipos de procedimientos:

- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Noreste
- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Suroeste
- ◆ Despegues simultáneos hacia el Noreste
- ◆ Despegues simultáneos hacia el Suroeste



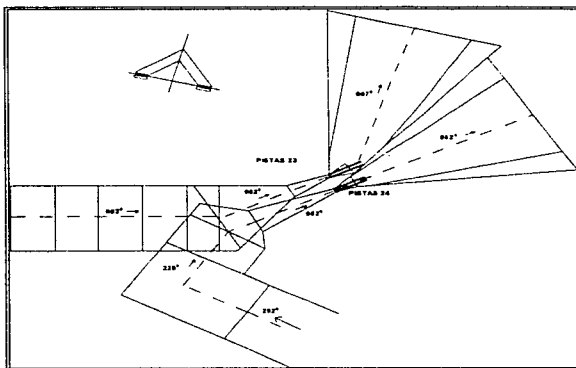
APROXIMACIONES SIMULTÁNEAS:

FLUJO AL NORESTE No es posible efectuar este tipo de operaciones dentro de las Normas actuales, ya que entre las curvas de nivel de 2,300 y 2,500 msnm no existen los 305 m mínimos entre las elevaciones naturales y la altura de la trayectoria de aproximación a las pistas 05, que debe conservar 2591 m hasta interceptar los haces de los localizadores con ángulos no mayores a 30°.

Las condiciones orográficas de la zona y los valores límites de 3° de la pendiente de aproximación determinan que las operaciones deban ser secuenciales y no simultáneas, lo que consecuentemente reduce la capacidad del aeropuerto.

Actualmente las aproximaciones secuenciales a las pistas 05 se realizan a partir del VOR/DME/SMO, de ahí se continua en la radial 160°, hasta interceptar el haz de localizador correspondiente (radial 052°), y se podría continuar así.

Se podrían diseñar procedimientos al SW para las nuevas pistas 06, en donde las aproximaciones fallidas correspondientes, podrían realizarse sin problema alguno.

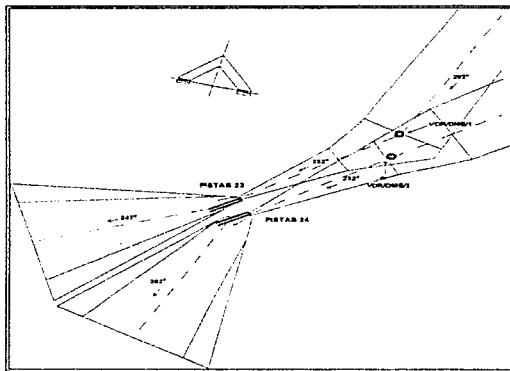


(Referencia 18)

FLUJO AL SUROESTE Para las aproximaciones simultáneas hacia las pistas 23 se instalaría un VOR/DME (No 1) situado a 24.5 Km. de las nuevas pistas 23, en donde se interceptar el vector radial 202° con el curso del localizador.

Las aproximaciones simultáneas hacia las nuevas pistas 24 contarían con otro VOR/DME (No 2), localizado a 21.02 km de las nuevas pistas 24.

Las aproximaciones fallidas, no representarían problema, ya que sus trayectoria divergen 45° y los obstáculos no sobrepasan las superficies correspondientes.

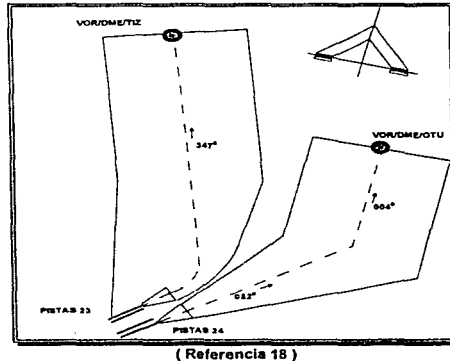


(Referencia 18)

DESPEGUES SIMULTÁNEOS

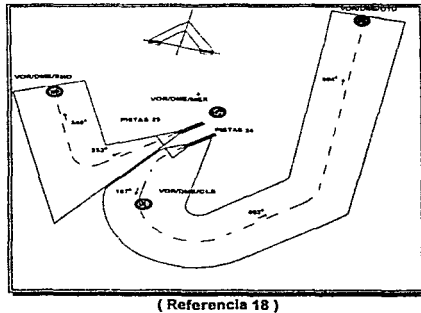
FLUJO AL NORESTE Las aeronaves que despegarían en las nuevas pistas 05 ascenderían recto hasta alcanzar una altura de 122 m y de ahí virarían 65° a la izquierda para continuar en curso 347° hacia el nuevo VOR/DME Tizayuca.

Las aeronaves que despegarían en las pistas 06 ascenderían recto hasta interceptar la radial 184° del VOR/DME de Otumba, y continuarían en ella hasta la estación.



FLUJO AL SUROESTE Las aeronaves que despegarían en las nuevas pistas 23 ascenderían en radial 232° , hasta interceptar en viraje el vector radar 340° , y así continuar hasta el VOR/DME de San Mateo.

Las aeronaves que despegarían de las nuevas pistas 24 ascenderían recto una altura de 122 m para virar 45° a la izquierda en radial 007° hasta un nuevo VOR/DME situado en el Cerro de la Estrella, prosiguiendo de ahí con viraje a la izquierda y un radio de 8.2 km, hasta interceptar la radial 052° , continuando en ellas hasta interceptar en viraje a la izquierda la radial 184° hacia el VOR/DME de Otumba.

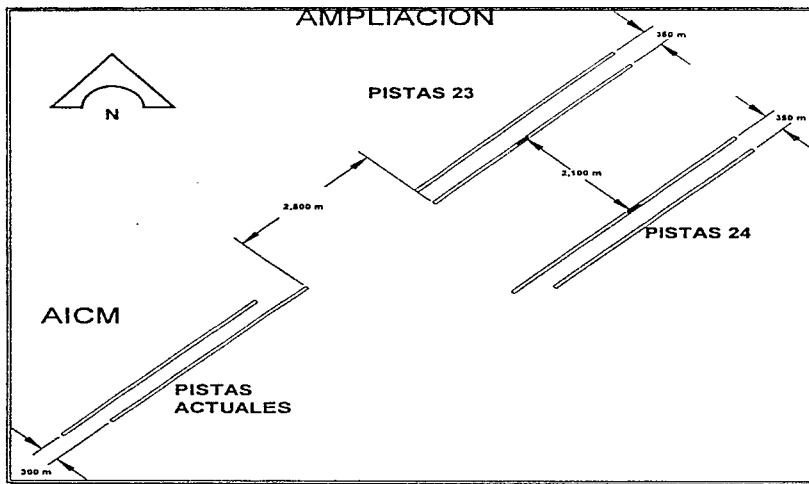


CASO 2: Pistas actuales y nuevas pistas en operación.

En esta configuración las 2 pistas 05-23 actuales y las dos nuevas 05-23 no pueden utilizarse simultáneamente, sino sólo en forma secuencial. Cuando las nuevas pistas 05-23 se utilizaran junto con las pistas 06-24, los procedimientos aeronáuticos serían semejantes a los del caso anterior.

Cuando se utilicen las pistas 05-23 actuales y las 06-24 nuevas se tendrían los siguientes procedimientos aeronáuticos.

- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Noreste
- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Suroeste
- ◆ Despegues simultáneos hacia el Noreste
- ◆ Despegues simultáneas hacia el Suroeste

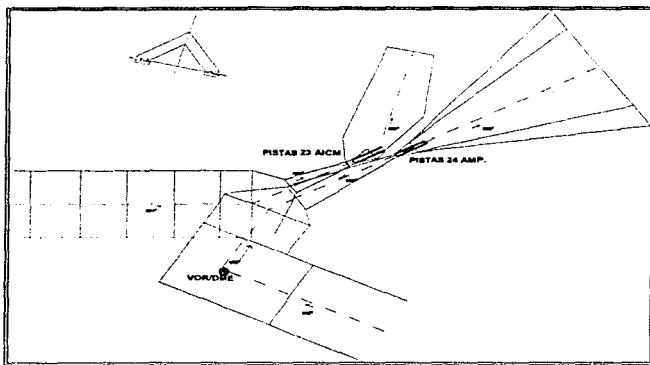


APROXIMACIONES SIMULTÁNEAS

Flujo al Noreste. Las violaciones a las normas internacionales actuales en cuanto a ángulos de intersección, alturas sobre obstáculos naturales, y distancias entre el marcador final y el punto de intersección con el haz del localizador, determinan que las operaciones en las pistas 05 actuales y las 06 nuevas sean secuenciales y no simultáneas.

Las aproximaciones secuenciales a las actuales pistas 05 empiezan en el VOR/DME/SMO y prosiguen por la radial 160° hasta interceptar el haz localizador 052° de las pistas 05 derecha.

Las aproximaciones secuenciales a las nuevas pistas 06 podrían efectuarse desde los 14,000 pies de altura, y al SW siguiendo los cursos 292° y 022° desde un nuevo VOR/DME (No 3) hasta interceptar los haces correspondientes de los localizadores.

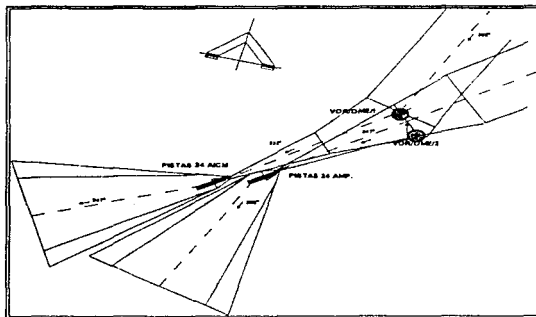


(Referencia 18)

Flujo al Suroeste Las aproximaciones simultáneas hacia las nuevas pistas 23, se apoyarían en un VOR/DME (No4), situado a 27,400 m del umbral de la pista 231. En este VOR se interceptarían el vector radar 202° con la radial 232° del localizador.

Las aproximaciones simultáneas hacia las nuevas pistas 24, se apoyarían del mismo VOR/DME No 4 y seguirían la radial 232° del localizador.

Las operaciones fallidas de ambos flujos, se efectuarían con divergencia de 45°.

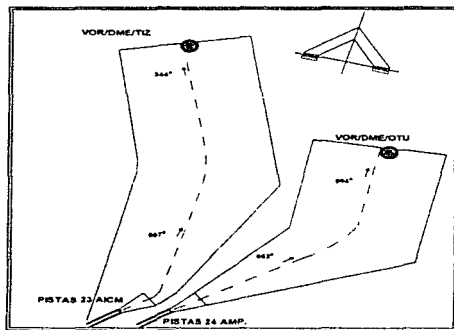


(Referencia 18)

DESPEGUES SIMULTÁNEOS

FLUJO AL NORESTE Las aeronaves que despegarán en las nuevas pistas 05, ascenderían recto hasta alcanzar una altura de 140 m y de ahí virarían 45° a la izquierda en rumbo 007° hasta interceptar la radial 164° del VOR/DME Tizayuca.

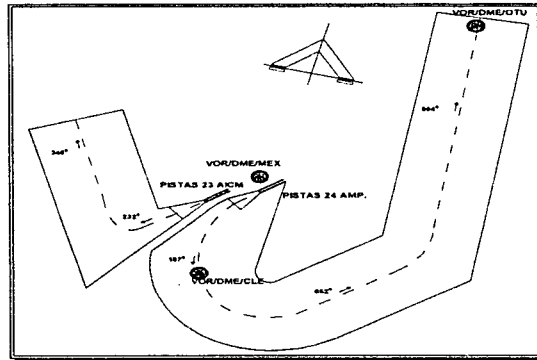
En las nuevas pistas 06, las aeronaves que despegarán, ascenderían recto en radial 052° hasta interceptar y proseguir en radial 004° del VOR/DME Otumba.



(Referencia 18)

FLUJO AL SUROESTE. Las aeronaves que despegarán en las pistas 23 actuales ascenderían recto en radial 232° interceptar en viaje el vector radar 340°, y así continuar hasta el VOR/DME San mateo.

Las aeronaves que despegarán en las nuevas pistas 24, ascenderían recto hasta una altura de 140 m para de ahí virar 45° a la izquierda en rumbo 187° hasta el nuevo VOR/DME Cerro de la Estrella, prosiguiendo de ahí con viraje a la izquierda y un radio de 8.2 km. Hasta interceptar la radial 052o, continuando en ella hasta interceptar el viaje a la izquierda la radial 184° hacia el VOR/DME de Otumba.



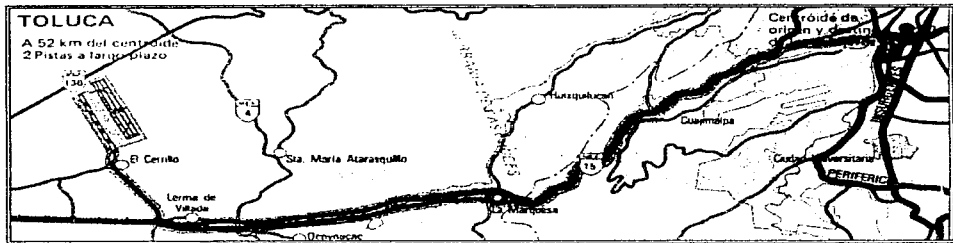
Se puede concluir que el proyecto ampliación implica algunas violaciones a las reglas de circulación aérea en el sentido SO-NE. Esta situación existe no solo cuando se utilizaran el AICM actual y las nuevas pistas, sino también para el caso en el que se utilizaran exclusivamente las nuevas pistas.

3.2.2 AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE TOLUCA.

INSTALACIONES ACTUALES

El aeropuerto Internacional "Lic. Adolfo López Mateos" de la Cd. de Toluca, Edo. de México, se localiza en las inmediaciones de las poblaciones de San Pedro Totollepec y el Cerillo, al Noreste de la Ciudad a una altura de 2575 MSNM. Cuenta con excelentes vías de comunicación.

En la siguiente figura se muestra la localización del aeropuerto con respecto a la Ciudad de México.



(Referencia 8)

Actualmente el aeropuerto cuenta con las siguientes características e instalaciones:

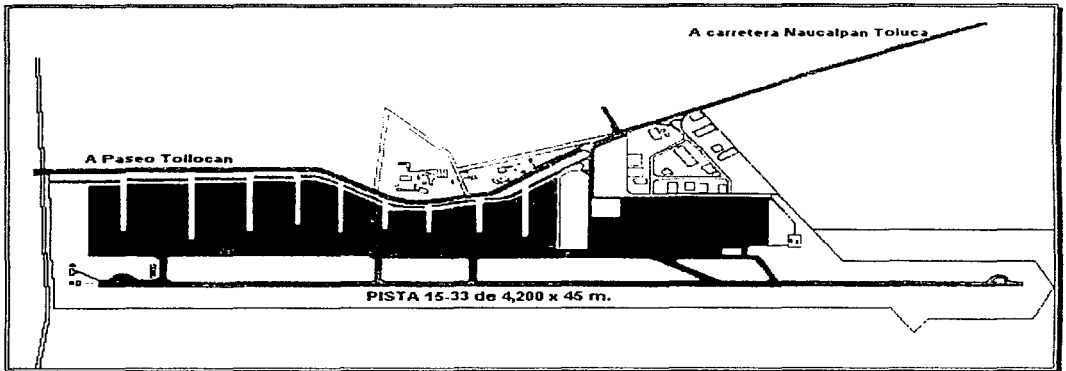
Datos Generales

Nombre	Lic. Adolfo López Mateos
Ubicación	Toluca, Edo. de México
Distancia a la Ciudad (km)	16
Tiempo a la Ciudad (min.)	15
Año de la incorporación a ASA	1985
Población Beneficiada (miles).	85
Categoría	Quinta
Clasificación	Internacional
Superficie	259.8 HA
Elevación	2575 MSNM
Temperatura de Referencia	21° C

(Referencia 10)

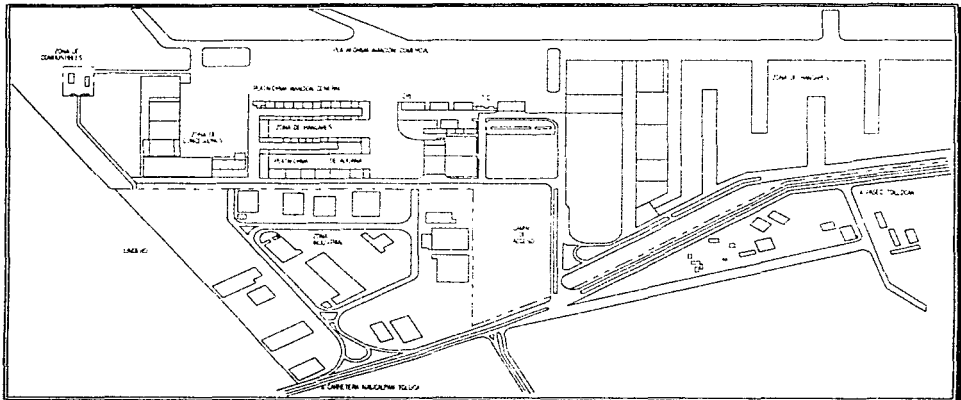
En la siguientes figuras se muestran las instalaciones actuales:

PLANO GENERAL



(Referencia 12)

ZONA TERMINAL



(Referencia 12)

DATOS GENERALES AERONÁUTICOS.

Pistas

Número de Pistas	1
Tipo de Pavimento	Concreto Asfáltico
Designación Pista	15-33
Capacidad	35

(Referencia 10)

Rodajes

Rodaje	Alfa de 236 X 23 m.
Rodaje	Bravo de 400 X 23 m
Rodaje	Coca de 500 X 15 m
Tipo de Pavimento	Concreto Asfáltico

(Referencia 10)

Plataforma Comercial

Superficie	59.200 M ²
Tipo de Pavimento	Mixto concreto hidráulico y asfáltico.
Número de Posiciones	4
Posiciones de Contacto	0
Posiciones Remotas	4

(Referencia 10)

Plataforma Aviación General

Superficie	32.200 M ²
Tipo de Pavimento	concreto asfáltico.
Número de Posiciones	64

(Referencia 10)

ZONA TERMINAL

Edificio Terminal Comercial

Capacidad (PAX hora)	170
Superficie Total	1,697 m ²
Estacionamientos	157 Lugares

(Referencia 10)

Zona de combustible

Cap. Turbosina (Miles de Litros)	2,350
Cap. Gas-Avión 100/300 (Miles de Litros)	70
Capacidad Agua (Miles de Litros)	60
Carros tanque	3
Dispensarios	ND

(Referencia 10)

En lo referente al movimiento de pasajeros y operaciones, el aeropuerto ha tenido el siguiente comportamiento:

DATOS ESTADÍSTICOS DE PASAJEROS

Año	Total Comercial	Tasa (%)	Total Regional	Tasa (%)	Total General	Tasa (%)	Gran Total	Tasa (%)
1985	18,733	0	0	0	10,568	0	29,301	0
1986	14,491	-23	3,949	0	13,247	25	31,687	8
1987	6,456	-55	460	-88	17,059	29	23,976	-24
1988	24,679	282	623	35	22,173	30	47,475	98
1989	1,324	-95	1,296	108	21,829	-2	24,449	-49
1990	837	-37	1,132	-13	21,016	-4	22,985	-6
1991	786	-6	769	-32	22,883	9	24,438	6
1992	3,711	372	5,882	665	26,481	16	36,074	48
1993	3,317	-11	11,738	100	29,239	10	44,294	23
1994	5,846	76	26,766	128	33,612	15	66,224	50
1995	945	-84	26,990	83	53,870	60	103,805	57
Total Promedio		41.90		108.56		18.80		21.10

(Referencia 10)

DATOS ESTADÍSTICOS DE OPERACIONES

Año	Total Comercial		Aviación Regional		Aviación Regional		Gran Total	
	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)	Operaciones	(%)
1985	909	0	0	0	5,333	0	6,242	0
1986	943	4	500	0	5,877	25	7,320	17
1987	769	-18	316	-37	5,878	29	6,963	-5
1988	2,348	205	348	10	7,641	30	10,337	48
1989	723	-69	1,147	230	7,522	-2	9,392	-9
1990	1,946	169	1,301	13	2,511	-4	5,758	-39
1991	2,099	8	1,776	37	8,185	9	12,060	109
1992	1,637	-22	3,413	92	9,976	16	15,026	25
1993	2,144	31	5,791	70	11,019	10	18,954	26
1994	3,369	57	13,017	125	12,449	15	28,835	52
1995	1,520	-55	26,817	106	19,952	60	48,289	67
Tasa Promedio		31.00		71.78		18.80		29.10

(Referencia 10)

Si comparamos los datos de 1995 que se obtuvieron del AICM y del Aeropuerto de Toluca:

	MÉXICO	TOLUCA	Diferencia
Pasajeros	15,873,146	103,805	15,291 %
Operaciones	252,347	48,289	522.34 %

Podemos apreciar que el aeropuerto de Toluca es un aeropuerto que podríamos llamar pequeño, puesto que contribuye con un porcentaje de tan solo el 0.2 % del total de pasajeros transportados en México. Este bajo porcentaje a nivel nacional no corresponde a las expectativas que se podrían esperar de un aeropuerto, que se encuentra ubicado en una ciudad con un alto grado de comercio e industria, como lo es Toluca. Por lo anterior se puede concluir que el aeropuerto no está siendo aprovechado al máximo, y con una buena estrategia de desarrollo este aeropuerto podría convertirse en uno de los más importantes del país.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN

El aeropuerto de Toluca no se contempla como una solución completa al problema aeroportuario de la Ciudad de México, sino como solución parcial que aliviaría las cargas de trabajo que exceden las posibilidades de las instalaciones actuales, con las cuales funcionaría simultáneamente.

A finales de la década pasada un grupo de trabajo integrado por S.C.T y A.S.A, se abocaron a analizar la posibilidad de utilizar el nuevo Aeropuerto de Toluca para vuelos internacionales, dejando el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) para el servicio Nacional.

Sin embargo, al margen de algunas limitaciones técnicas (que en mayor o en menor medida pueden superarse) el grupo de trabajo llegó a la conclusión de que no parecía conveniente la división tajante entre un aeropuerto exclusivamente de uso nacional y otro internacional.

De acuerdo a la experiencia mundial en la materia, más bien parecía aconsejable ir construyendo desde ahora el Sistema Aeroportuario del Valle de México con base en aeropuertos mixtos; es decir, que operen tanto vuelos nacionales como internacionales. París o Nueva York entre otros son buenos ejemplos de ello.

Los principales factores que analizó el grupo de trabajo para ver la funcionalidad del Aeropuerto Internacional de Toluca son los siguientes:

- Las restricciones operativas adicionales que tendrían las aeronaves al ser transferidos vuelos de México a Toluca.
- Una evaluación de las condiciones meteorológicas prevaletcientes en Toluca, respecto a México
- La distribución del tráfico entre los aeropuertos de México y Toluca.

Las conclusiones que el grupo obtuvo en relación con estos tres factores fueron los siguientes:

- a) Las restricciones operativas adicionales que tendrían las aeronaves al ser transferidos vuelos de México a Toluca.

El aeropuerto de Toluca al encontrarse a 1,107 pies arriba de la Ciudad de México, tiene una baja en los rendimientos de las aeronaves en comparación con las aeronaves que llegan al AICM. Esta baja en el rendimiento de las aeronaves produce una disminución de la carga de paga, los estudios realizados indican que la mayoría de las aeronaves tendrán una reducción en su peso de despegue entre 1% al 5%, y en general podría esperarse que las aeronaves bimotores serán más afectadas, las de tres motores se afectarán un poco menos y las cuatrimotors casi no tendrán afectación al operar desde un aeropuerto más alto.

El efecto de la carga de paga depende fundamentalmente en la ruta a ser volada, lo que hace sugerir que cualquier división de rutas entre el AICM y Toluca debería basarse en la distancia, o sea, que las rutas de más largo alcance deberían permanecer en el AICM.

b) Una evaluación de las condiciones meteorológicas prevalecientes en Toluca, respecto a México.

Los estudios indicaron que se realizaron para conocer las condiciones meteorológicas que existen en la zona donde se encuentra localizado el aeropuerto de Toluca, se realizaron de Enero de 1986 a Marzo de 1989.

Los estudios indicaron que el aeropuerto de Toluca con un sistema ILS de categoría I, en promedio estaría cerrado 40 horas por año. El cual representa un promedio muy bajo por lo que se considera que el sistema ideal para Toluca sería el ILS de categoría I, el cual ya se tiene actualmente en operación.

c) La distribución del tráfico entre los aeropuertos de México y Toluca.

Los estudios indicaron que existían diez opciones de distribución del tránsito, las cuales a continuación se mencionan:

- 1) Aerolíneas extranjeras a Toluca
- 2) Aerolíneas extranjeras y de USA a Toluca
- 3) Todos los servicios internacionales a Toluca
- 4) Todos los servicios nacionales a Toluca
- 5) Mezcla de operaciones en Toluca
- 6) Servicios de charters a Toluca/prohibición de charters en el AICM
- 7) Servicios de aviación general a Toluca
- 8) Todos los servicios de carga a Toluca
- 9) Distribución de acuerdo a longitud de ruta
- 10) No hacer Nada.

De estas opciones la única que se ha llevado a cabo hasta la fecha es la opción 7 la cual indica que se (traslado de los servicios de la aviación general), lo cual ocurrió en el año de 1992.

El plan Maestro del aeropuerto Internacional de Toluca, lo prevé como un gran aeropuerto comercial, que por sus características resultaría muy atractivo puesto que tiene una extraordinaria viabilidad terrestre la cual esta compuesta por una autopista de seis carriles, y con una entrada en delta a la zona metropolitana.

Es igualmente favorable su posición geográfica al poniente de la ciudad, puesto que se tendría un trayecto efectivo de aproximadamente 50 minutos, de los que 30 son de carretera, hasta los principales centros de pasajeros de la Cd. de México, tiempo que puede competir, incluso con ventaja, con el actual recorrido hasta el AICM, sobre todo por las condiciones de tráfico urbano congestionado.

Además, las características meteorológicas en el aeropuerto de Toluca, a pesar de cierta niebla en las primeras horas de la mañana durante los meses de invierno, son buenas y con una previa adecuación de equipo e instalaciones, también las de navegación aérea.

Por otra parte, las limitaciones técnicas de operación que existen en el aeropuerto de Toluca, derivadas de su mayor altitud sobre el nivel de mar, se reducen significativamente al considerar la menor temperatura ambiente, la longitud de pistas y el tipo de equipo aéreo. De hecho prácticamente no hay limitaciones para las aeronaves modernas de cabina ancha y gran potencia, dirección en la que se mueve la aviación mundial.

Cabe mencionar que en el convenio bilateral firmado con el gobierno de los Estados Unidos se menciona ya la formula México/Toluca, implicando la posibilidad de utilizar indistintamente cualquiera de los dos aeropuertos.

En 1990 ASA y SCT, realizaron un análisis que involucraba los aeropuertos de Toluca, Puebla y México, con el fin de evaluar la posibilidad de diseñar un sistema multi-aeroportuario denominado "Sistema Aeroportuario Metropolitano". Este sistema contemplaba la posibilidad de repartir en estos tres aeropuertos los pasajeros y la carga que llegaría a la zona metropolitana del valle de México.

Los aeropuertos de México y Toluca se repartirían el tráfico de pasajeros, mientras que Puebla recibiría solo carga, por lo cual las únicas modificaciones que se realizarían en sus instalaciones sería la construcción de una terminal de carga.

En el aeropuerto de México se contemplaba realizar algunas obras de remodelación en el edificio actual, con el fin de simplificar los recorridos de los pasajeros. Además se realizarían obras de rehabilitación de pistas, calles de rodaje, plataformas y del sistema general de drenaje. Se construiría un edificio para estacionamientos de automóviles y se mejorarían las vialidades de acceso.

El aeropuerto de Toluca, sería el único de los tres que tendría una ampliación total de sus instalaciones, puesto que se considera que las instalaciones actuales no serían capaces de soportar el considerable aumento de operaciones y pasajeros que se tendría.

Se prevé que el aeropuerto de Toluca cuente con dos pistas con una longitud de 4,500 m. y un ancho de 45 m. La separación entre las pistas sería 300 m. esta separación no permitiría que se realizaran operaciones simultáneas.

Las instalaciones actuales serían utilizadas para la aviación regional, y se construiría en el lado sur del aeropuerto, una nueva terminal de pasajeros, la cual sería construida modularmente conforme al crecimiento de la demanda lo requiriera. La terminal en su etapa final tendría una superficie de 70,000 m². Dentro del edificios terminal se tendrán todos los servicios para proporcionar a los pasajeros el confort de un aeropuerto de primer nivel.

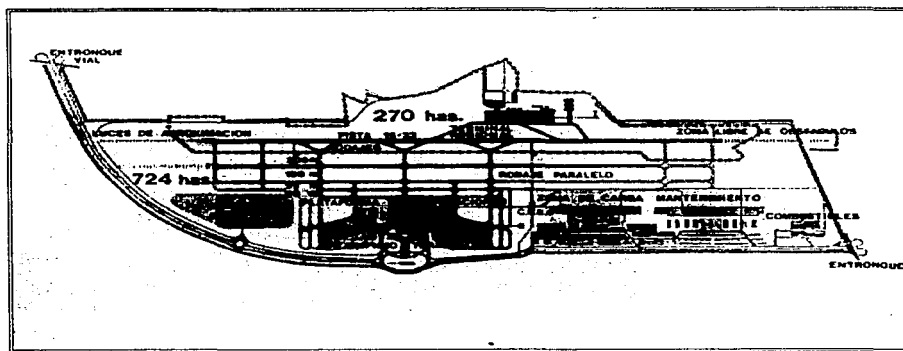
Se contaría con una sistema de 5 calles de rodajes, de los cuales dos de ellas serán calles paralelas a las pistas. El sistema completo tendría aproximadamente 12,000 m.

La plataforma del tipo muelle estaría constituirá por 5 dedos. Dos de ellos con una longitud de 400 m, y los otros dos con una longitud de 500 m. Teniendo una capacidad de 56 aeronaves en contacto, que junto con las 4 de las instalaciones actuales nos darían una capacidad de 60 aeronaves para la aviación comercial y 56 para la aviación comercial.

El sistema tendría capacidad para recibir 200,000 operaciones y 20 millones de pasajeros anuales, números que pondrían al aeropuerto de Toluca como el segundo aeropuerto más importante del país.

El aeropuerto contaría además con una terminal especializada de carga y una zona de servicios, la cual estaría localizada fuera de la terminal de pasajeros.

El esquema del aeropuerto lo podemos ver en la siguiente figura:



(Referencia 12)

El aeropuerto además contaría con el espacio suficiente para concesiones, en las cuales se construiría una zona comercial y un hotel de cinco estrellas con una capacidad de 100 cuartos, los cuales tendrían conexión directa a pie a la terminal de pasajeros.

La zona comercial esta planeada como un conjunto, e funcionamiento armónico y arquitectura atractiva. Los edificios contarían, con accesos vehiculares diferenciados para los pasajeros de llegada y salida, facilitando la operación y al mismo nivel de los aeropuertos modernos del mundo.

El centro comercial en su primera etapa estará compuesto de 3 niveles de comercios con una superficie del orden de 2,000 m². Seis niveles de oficinas en los que se alojaran compañías de aviación, usuarios relacionados con el aeropuerto y eventualmente autoridades. La superficie para oficinas se estima en 3,000 m².

El aeropuerto además con amplios estacionamientos que permitirán en el largo plazo desplazamientos a cubierto de los usuarios y que servirá tanto a los edificios terminales. Como a la zona comercial y hotelera.

Se ha planeado también una terminal de transporte masivo que conecte al aeropuerto con la Cd. de México cuando la demanda lo justifique, que será de gran beneficio para la comercialización.

Espacio aéreo

La configuración orográfica del terreno y las condiciones de la circulación aérea, permiten la simultaneidad de dos flujos aéreos conforme a las normas en vigencia y sin restricciones, de modo que pueda operarse un sistema de pistas alejadas, lo que es ampliamente suficiente para satisfacer la demanda.

Esta organización de flujos simultáneos no interferir con otros aeropuertos cercanos, principalmente con el aeropuerto actual de la Cd. de México cuyo funcionamiento debe ser simultáneo al de Toluca.

la zona proyectada es perfectamente apta para construir un aeropuerto de tamaño adecuado, es decir que incluya 2 pistas cercanas que permiten la operación simultánea con instrumentos de ambos flujos aéreos

La topografía es totalmente favorable, del plano de obstáculos tipo A de la OACI para Toluca, se determino que no habia obstáculos más allá del final de la pista 33 actual en el trayecto de despegue. En la pista 15 hubo dos pequeños obstáculos uno de 102 pies de altura a 1,600 m del final de la pista y uno a 105 pies de altura a 1,750 m. del final de la pista, los que no son significativos.

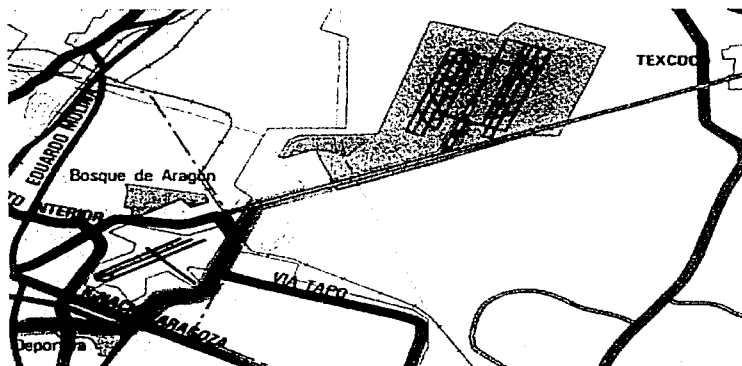
3.2 ALTERNATIVAS QUE INVOLUCRAN LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO AEROPUERTO.

3.2.1 PROYECTO TEXCOCO.

El aeropuerto de se encontraría localizado en la zona Federal del Lago de Texcoco y estaría delimitado al oeste por el Dren General del Valle de México, al norte por la Empresa Sosa Texcoco, al oeste por la Ciudad de Texcoco y al sur por la carretera Peñón Texcoco.

El aeropuerto afectara 4,500 ha, la mayoría de las cuales pertenecen a la comisión del Lago de Texcoco y el restante a la empresa Sosa Texcoco. El aeropuerto al encontrarse dentro de la zona protegida del proyecto del Ex-lago de Texcoco, no tendría problemas de asentimientos humanos alrededor de él.

La posible posición del aeropuerto se muestra en la siguiente figura.



(Referencia 9)

Cabe señalar que existen las siguientes opciones para su utilización.

- ◆ En sustitución total del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
- ◆ Como un aeropuerto que funcione en combinación con el de la Ciudad de México.

La primera opción es perfectamente factible, ya que en el sitio elegido es posible construir un aeropuerto capaz de absorber el tránsito de la Ciudad de México, por un periodo muy largo.

La segunda opción permitiría seguir utilizando al AICM para manejar cierto tipo de tráfico y el aeropuerto de Texcoco para manejar el tráfico restante. La separación del tránsito sería de acuerdo a estudios que determinarían la utilización más adecuada de cada uno de estos sitios, considerando los problemas de pasajeros en tránsito de operación en las aerolíneas.

Desde la década de los 70s se han venido realizando estudios sobre la posibilidad de construcción de un nuevo aeropuerto Internacional en la zona del Ex-lago de Texcoco, el cual podría sustituir o funcionar conjuntamente con el aeropuerto actual. El último de ellos desarrollado en 1992 por un grupo integrado por ICA y PROINFRA, los cuales desarrollaron un estudio preliminar del aeropuerto de Texcoco, al cual denominaron "alternativa Caracol".

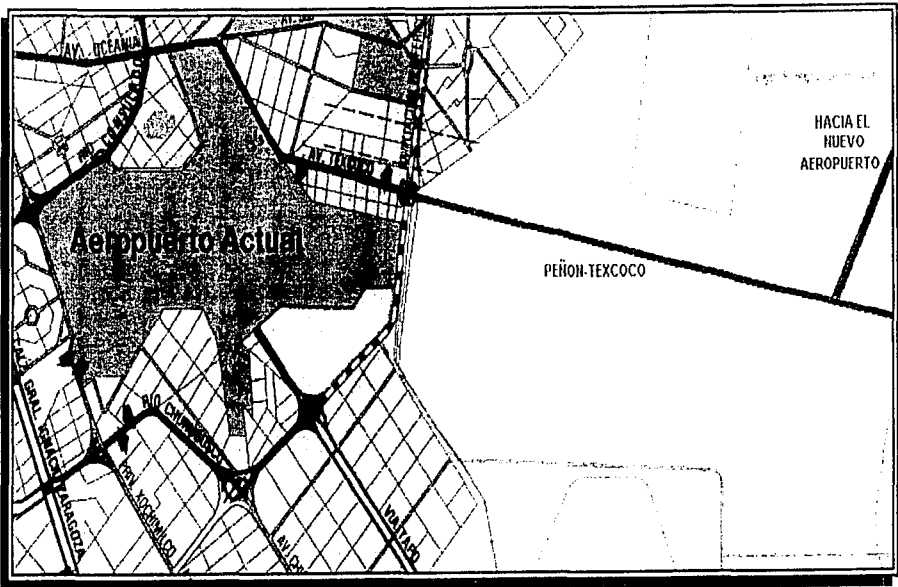
El terreno donde se construiría el aeropuerto esta constituido por arcillas lacustres de origen volcánico altamente compresibles. Teniéndose además que parte de ese terreno esta ocupado por un lago. El nivel freático esta muy cerca de la superficie, lo cual originaría que se tuviera que dragar y esto a su vez aumentaría los costos del proyecto.

La baja resistencia de los suelos podría representar altos costos en el mantenimiento de las instalaciones principalmente las aeronáuticas y provocar que durante periodos muy frecuentes y largos se tuviera que suspender el servicio de alguna de las pistas para rehabilitarlas, lo cual ocurre en las instalaciones actuales.

Pero con el avance que se ha tenido en los procesos de construcción y en los pavimentos, en la actualidad se podría construir pistas que requieran de poco mantenimiento y que junto con el suelo puedan soportar las cargas que le transmitirían las aeronaves.

Las vialidades de acceso estarían constituidas dentro de la ciudad de México por las avenidas Oceania, 602 y Av. Texcoco si los pasajeros vinieran de las zonas norte de la Ciudad, y si vinieran de la zona sur se utilizarían la vía tapo y el periférico. Mientras que en el estado de México se utilizaría el camino Peñón Texcoco. Este camino se conectaría al aeropuerto por medio de una vialidad de acceso construida dentro de las instalaciones, la cual permitiría que los vehículos llegaran hasta los estacionamientos ubicados enfrente de los nuevos edificios terminales.

En la siguiente figura se muestra las vías de acceso que tendría el aeropuerto



(Referencia 9)

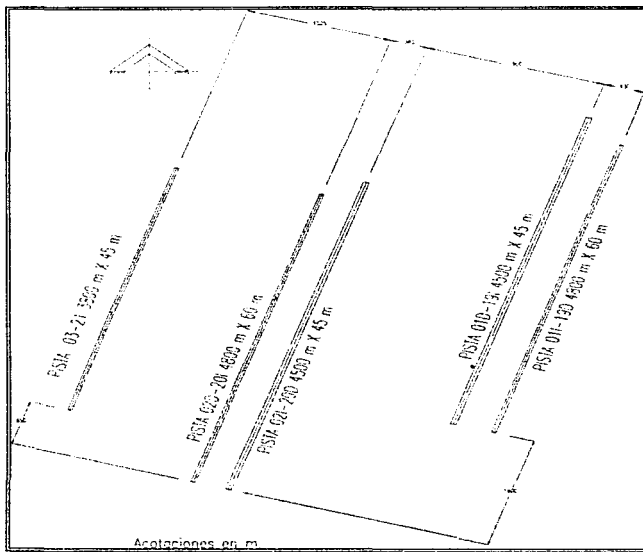
Este nuevo aeropuerto prevé la construcción de 4 pistas con una orientación de 02-20, las cuales estarían ordenadas por pares. Los terrenos disponibles en este sitio no imponen ninguna limitación a la disposición de las pistas del aeropuerto. Por lo tanto es posible en este caso, el optimizar la geometría del sistema de las pistas.

El espaciamiento previsto es de 1,900 m. La longitud de las pistas no se encuentra limitada y el proyecto esta elaborado para poder tener una longitud de 4,500 m. para las pistas del Este y 4,800 m para las pistas del Oeste, longitud ilimitada para la operación de aeronaves.

Además el proyecto contempla una quinta pista paralela construida a una distancia de 1,335 m. de la pista 02I-20D. Este alejamiento permitiría la operación de tres flujos simultáneos. La longitud de esta pista estaría limitada a 3,800 m debido a que una longitud de pista mayor interferiria con infraestructura hidráulica del lago de Texcoco y con las instalaciones de Sosa Texcoco.

Por supuesto, que esto es sólo una eventualidad a largo plazo, cuando la demanda excediera la capacidad del sistema, y sólo dentro de la hipótesis, en la época considerada de que la reglamentación aeronáutica internacional autorizada la operación de 3 flujos simultáneos en el mismo aeropuerto.

La configuración de las pistas se muestra en la siguiente figura:



(Referencia 8)

La capacidad del aeropuerto de Texcoco estaría en función de la forma en que funcionarían las instalaciones actuales. Si las instalaciones actuales dejaran de funcionar el aeropuerto de Texcoco absorbería toda la demanda con sus cuatro pistas, en caso de que la demanda sobre pasara la capacidad se construiría la quinta pista.

Existe también la posibilidad de que por la orientación y la separación entre las pistas, los dos aeropuertos podrían funcionar en forma conjunta, lo cual implicaría que se tuvieran que intercalar los vuelos que salieron o llegaron a los dos aeropuertos. La demanda en este caso se repartiría entre los dos aeropuertos y se tendría que buscar una forma de distribución de las compañías aéreas en los dos aeropuertos.

Aunque se decidiera que el aeropuerto actual dejara de brindar servicio, este **tendría que seguir funcionando** hasta que en el aeropuerto de Texcoco se hubieran construido las pistas necesarias para atender la demanda de esa época.

Tomando en cuenta la configuración que tendría el sistema de pistas, la dirección de los vientos y la forma operación que se le diera al sistema de pistas se puede calcular la capacidad por hora del sistema.

Por el tipo de vientos que predominan por la zona y la orientación de las pistas, las aeronaves pueden realizar sus operaciones de despegues y aterrizajes en dos direcciones: hacia el Noreste y al Suroeste. En la siguiente tabla se indica la capacidad que tendría el sistema para distintas configuraciones de pistas y modos de operación:

Configuración	Dirección del Flujo	Pistas en el AICM	Pistas en Texcoco	Capacidad (ops/h)
T1	Noreste	2	1	105
T1	Suroeste	2	1	105
T2	Noreste	2	2	120
T2	Suroeste	2	2	120
T3	Noreste	0	3	118
T3	Suroeste	0	3	118
T4	Noreste	2	4	150
T4	Suroeste	2	4	160
T5	Noreste	0	4	126
T5	Suroeste	0	4	126

(Referencia 18)

A partir de las capacidades por sentido de funcionamiento se puede determinar la capacidad media para cada una de las configuraciones, si se toma en cuenta la distribución de los vientos que predominan en la zona.

La distribución de los vientos se muestra en la siguiente tabla:

Dirección del viento	%
Noreste	24
Suroeste	11
Cálma	65

(Referencia 9)

Se considera que durante las calmas las condiciones de operación serían las más favorables, es decir en todos los casos hacia el suroeste. En tal forma que los sentidos de operación se reparten como sigue:

Hacia el Noreste 24 %
Hacia el Suroeste 76 %

Tomando en cuenta lo anterior se calcularon las capacidades medias de operación para el aeropuerto, las cuales se pueden apreciar en la tabla siguiente:

Configuración	Capacidad Media (op/hr)
T1	105
T2	120
T3	105 a 118
T4	150-152
T5	120 a 126

(Referencia18)

TERMINAL DE PASAJEROS

El aeropuerto contaría a largo plazo con 6 con terminales modulares para la aviación comercial. Cada una de estas terminales tendría una área de 104,720 m² y una capacidad de 6,500 pasajeros por hora.

A continuación se mencionarán las necesidades que tendría cada modulo:

En el primer nivel se podría realizar el proceso de llegada de los pasajeros contando con servicios de migración, aduana y entrega de equipaje. Existirían también áreas destinadas para las aerolíneas, bodegas y concesiones.

El porcentaje de utilización para cada uno de estos servicio se muestra en la siguiente tabla:

SERVICIO	ÁREA (m ²)	Porcentaje (%)
Vestíbulos y circulaciones	10,993	23.94
Migración	972	1.8
Entrega de equipaje	4,551	8.69
Aduana	1,524	2.9
Selección de equipaje	3,924	7.49
Líneas aéreas	17,722	33.8
Concesiones	8,584	16.3
Servicios	454	0.86
Administración aeroportuaria	3,636	6.94
TOTAL PLANTA BAJA	52,360	100 %

(Referencia 14)

En la planta alta se realizaría el proceso de salida de pasajeros contando con los servicios de documentación, equipo de revisión de pasajeros y equipaje, salas de espera, oficinas de operación de las líneas aéreas y áreas concesionadas.

El porcentaje de utilización para cada uno de estos servicios se muestra en la siguiente tabla:

SERVICIO	ÁREA (m ²)	Porcentaje
Documentación	801	1.52
Vestíbulos y circulaciones	22,795	43.53
Revisión de equipaje	1,408	2.68
Líneas aéreas	2,867	5.47
Concesiones	5,369	10.25
Servicios	1,388	2.65
Administración aeroportuaria	2,728	5.21
Salas de última espera	13,459	25.70
TOTAL PLANTA ALTA	52,360	100

(Referencia 14)

Además se contaría con un edificio de estacionamiento de tres niveles con una capacidad de 700 automóviles. Los pasajeros podrían acceder al edificio terminal por medio de puentes peatonales que llevarían al vestíbulo general del segundo nivel.

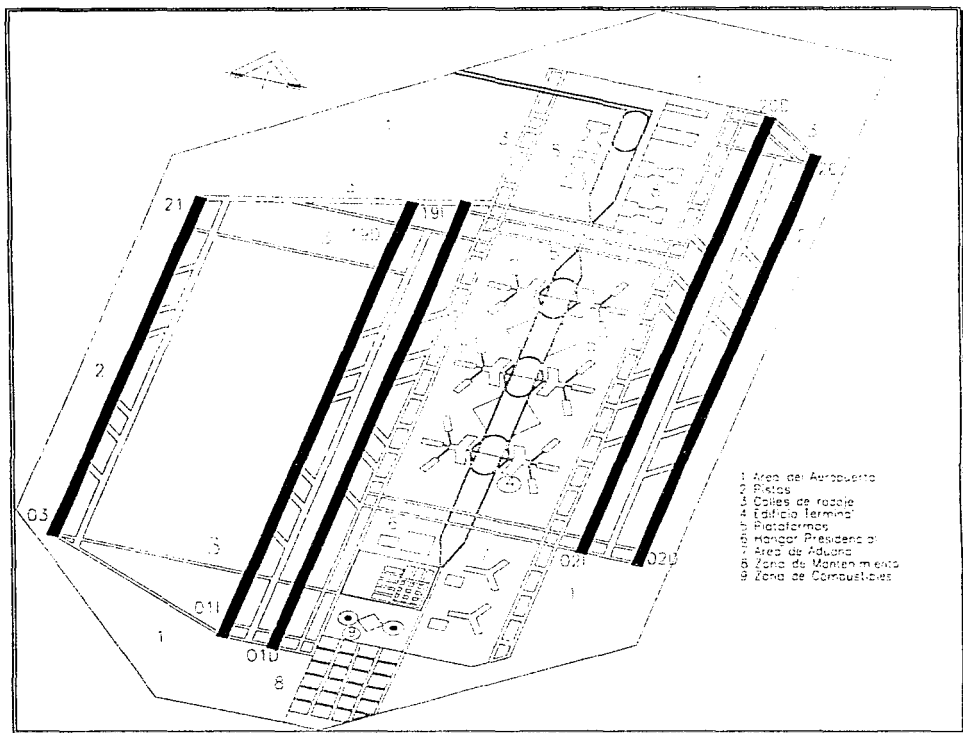
Cada terminal tendría una plataforma tipo muelle de tres dedos con una capacidad de 26 posiciones de contacto y 12 posiciones remotas.

El sistema de calles de rodaje estaría compuesto de 4 calles paralelas a las pistas de 23 m de ancho, de rodajes de salida de alta velocidad, el sistema completo tendría una longitud total de 35.000 m y ocuparía un área de 400 ha.

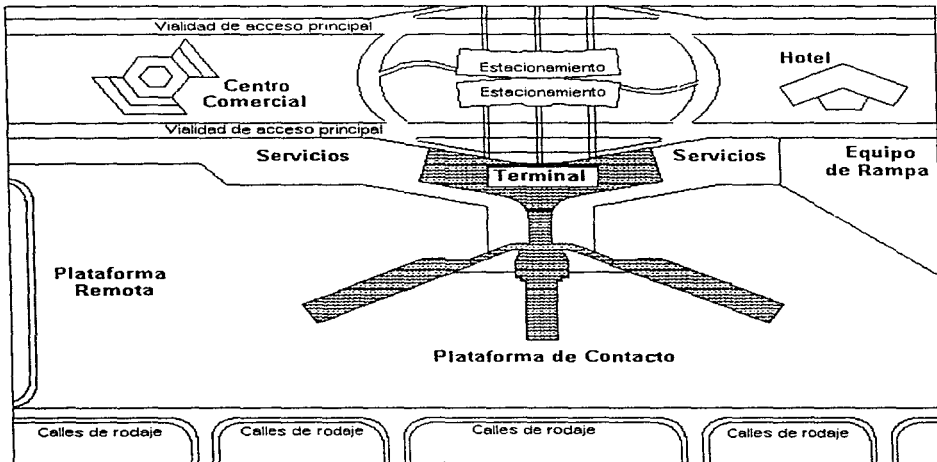
El aeropuerto contaría además con:

- Un Hangar presidencial.
- ◆ Una área de mantenimiento compuesta de un edificio con una área de 100 ha, una plataforma con capacidad para 40 aeronaves y una área de mantenimiento civil con una área de 40 ha.
- ◆ Una zona de servicios de operación, compuesta de la zona de combustibles que ocuparía una área de 13 ha, una torre de control y una estación de bomberos (CREI)
- ◆ Se contarían con instalaciones especiales para la aduana, compuesta por un edificio de 30,000 m² y una plataforma con capacidad de 20 aeronaves.
- ◆ Además existirían hoteles y centros comerciales y de servicios localizados fuera del área terminal.

En las siguientes figuras se muestran la zona terminal y el aeropuerto en su conjunto.



(Referencia 14)



(Referencia 14)

ESPACIO AÉREO

Si bien es cierto que las restricciones orográficas del valle de México son comunes a las dos alternativas, en el caso del Aeropuerto de Texcoco estas son más críticas por su mayor cercanía a dichas obstrucciones orográficas.

Los obstáculos que podrían interferir con los procedimientos de vuelo de las aeronaves se mencionan en la siguiente tabla.

OBSTÁCULO	Altura MSNM	Altura con respecto al aeropuerto actual (m)	Orientación	Distancia al aeropuerto (km)
Cerro Gordo	3,070	833	NNE	26
Cerro Manantlal	2,600	363	NNE	22
Cerro Chiconautla	2,600	363	N	13
Pico Tres Padres	3,110	873	NW	16
Peñón de los Baños	2,304	67	SWW	15
Cerro Patlachico	2,760	523	NE	22
Cerro Cujajo	2,740	503	NE	20
Cerro Tezontiale	2,610	373	NE	15
Cerro Azteca	2,630	393	NE	15
Cerro Tiapanco	3,600	1,363	SE	23
Cerro el Mirador	4,140	1,863	SE	26
Cerro Telapon	4,080	1,843	ES	30
Cerro Chimalhuachi	2,560	323	SEE	14
Cerro Tejolote Grande	2,720	483	SEE	20
Cerro El Pino	2,760	523	SEE	22
Volcán Guadalupe	2,840	603	S	20
Volcán La Caldera	2,520	283	S	18
Volcán Jaltepec	2,510	273	SSW	22
Cerro La Estrella	2,460	223	SSW	22

(Referencia 18)

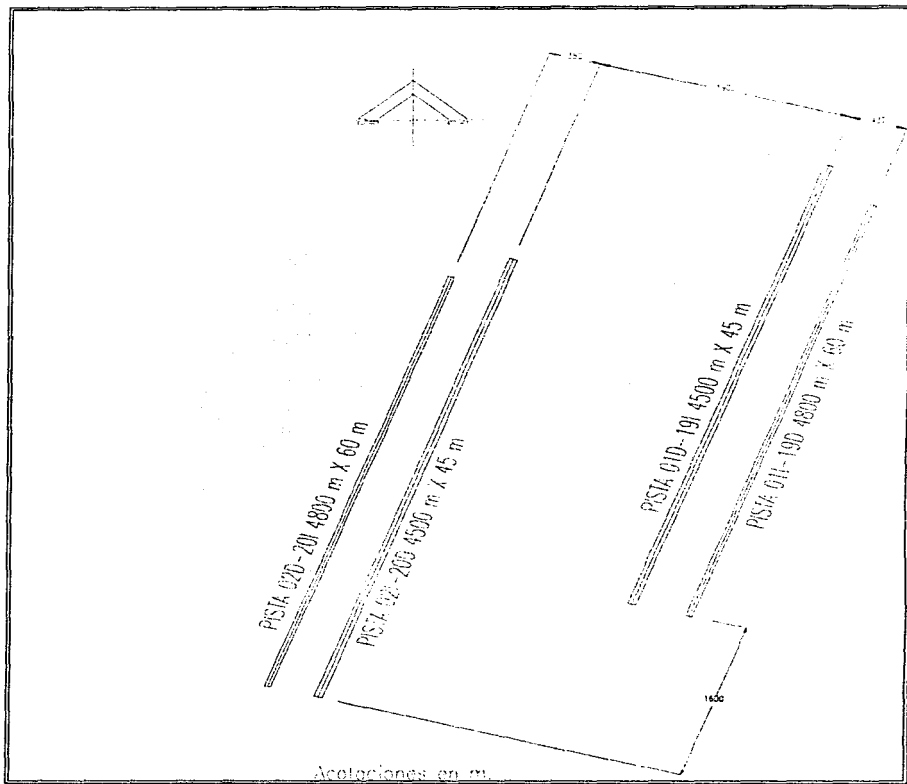
El estudio de factibilidad de las operaciones combinadas en ambos aeropuertos, fue avalado tanto por la Asociación Internacional del Transporte (IATA), como por el colegio de pilotos aviadores de México. (Escritos de fechas de 17 de diciembre de 1979 y 19 de febrero de 1980). La información de los procedimientos que a continuación se mencionan fue extraída del documento "Evaluación de alternativas de solución para el sistema aeroportuario del Valle de México".

Los procedimientos operaciones que se tendrían, dependen de la configuración final de pistas que se adopte, así se pueden presentar dos caso. El primero sería el de utilizar sólo las cuatro nuevas pistas de Texcoco, y en el segundo se utilizarían las cuatro nuevas pistas de la ampliación junto con las actuales.

CASO 1: Pistas de Texcoco en operación.

Para este caso se podrían realizar los siguientes tipos de procedimientos:

- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Noreste
- ◆ Aproximaciones simultáneas ILS hacia el Suroeste
- ◆ Despegues simultáneos hacia el Noreste
- ◆ Despegues simultáneos hacia el Suroeste



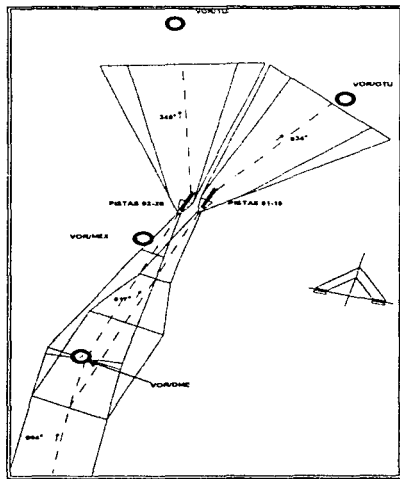
(Referencia 18)

APROXIMACIONES SIMULTÁNEAS

Flujo al noreste Para las aproximaciones simultáneas al noreste, hacia las pistas 01 y 02, se utilizaría un VOR/DME situado aproximadamente a 43.3 Km, a partir de las cabeceras 02 donde el flujo superior divergirá 13° hacia la derecha 017° utilizando un vector radar para interceptar su correspondiente localizador; mientras que el flujo inferior continuaría la radial 004° del VOR/DME/TEO y se dirigiría al VOR/DME/MEX, hasta interceptar el localizador 017° ó por medio de otro vector radar.

Las operaciones fallidas simultáneas en las pistas 01 se llevarían a cabo, virando 45° a la izquierda en rumbo 332°, hasta interceptar la radial 003° del nuevo VOR/DME de Tizayuca.

Las operaciones fallidas simultáneas en las pistas 02, se efectuarían con un procedimiento semejante al del despegue correspondiente; ascendiendo hacia el VOR/DME/TPX relocalizado, para de ahí virar hacia el VOR/DME/OTU con un curso de 065°.

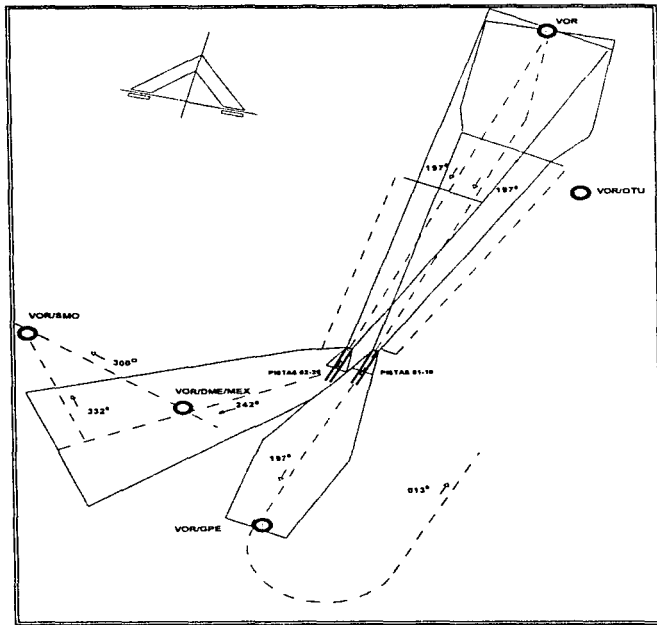


(Referencia 18)

Flujo al suroeste Para las aproximaciones simultáneas al suroeste hacia las pistas 19 y 20 se contaría con un VOR/DME, situado aproximadamente a 9 Km. a partir de las cabeceras 19; donde uno de los flujos divergirá 130° hacia la izquierda en rumbo 184° ó utilizando un vector radar, para interceptar su correspondiente localizador 197°, manteniendo 1000 pies de separación vertical entre los flujos de operación, hasta establecer contacto con su respectiva trayectoria de planeo (Glide Slope).

Las operaciones fallidas simultáneas en las pistas 19, se efectuarían con trayectoria divergente de 45°, virando a la derecha 242° hasta interceptar el curso 322° hasta el VOR de San Mateo.

Las operaciones fallidas simultáneas en las pistas 20, se realizarían con un procedimiento semejante al del despegue correspondiente utilizando el mismo VOR/DME.

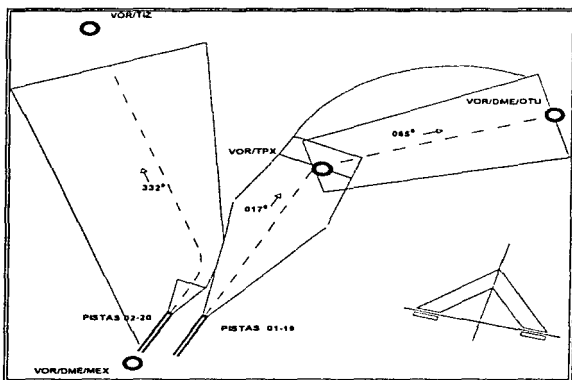


(Referencia 18)

DESPEGUES SIMULTÁNEOS

Flujo al noreste En las pistas 02, para las operaciones de despegues simultáneos hacia el Noreste se contaría con un VOR/DME, situado a 17.3 Km. cercano al poblado de San Lorenzo Tlamilopan virando en este punto hacia el VOR/OTU, de donde tomaría la dirección fijada por su ruta.

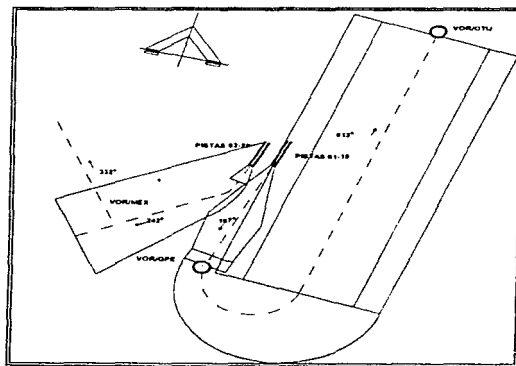
En las pistas 01, las operaciones simultáneas de despegue hacia el Noreste, se harían con una trayectoria divergente de 45° virando hacia la izquierda 332° tan pronto se alcancen los 400 pies sobre el nivel del terreno, hasta interceptar la radial 003° del VOR/MEX hacia el VOR/TIZ, para de aquí proseguir su ruta.



(Referencia 18)

Flujo al suroeste En las pistas 20 Las operaciones de despegues simultáneos hacia el suroeste, contarían con un VOR/DME situado a 10 MN de las cabeceras 02, iniciando en este punto in viraje a la izquierda hasta interceptar la radial 193° del VOR/OTU, prosiguiendo a partir de aquí su ruta acorde a su itinerario.

En las pistas 19, las operaciones de despegues simultáneos hacia el suroeste se harán con una trayectoria divergente de 45°, virando a la derecha tan pronto se alcancen los 400 pies sobre el nivel del terreno hasta interceptar un rumbo N28°00W (332°) practicamente hacia el VOR San Mateo, para de aquí proseguir su ruta.



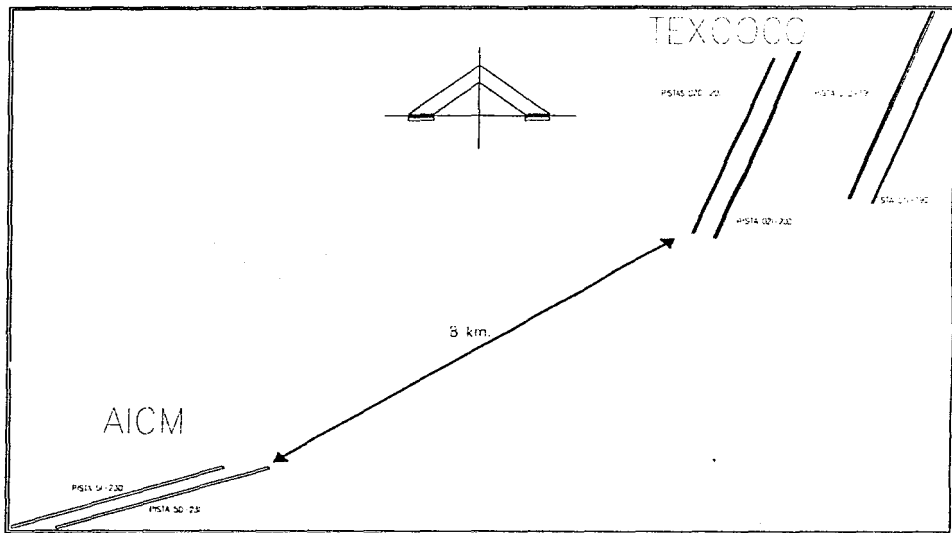
(Referencia 18)

Caso 2: Pistas de Texcoco y actuales en operación

La disposición geométrica de las nuevas pistas en Texcoco, en relación con las pistas existentes, permite el funcionamiento simultáneo de los dos aeropuertos, lo que confiere gran flexibilidad a este proyecto en su desarrollo a medida que va creciendo la demanda. Puesto que se tendría un sistema compuesto de 3 pares de pistas, las cuales podrían ser utilizadas de tal manera que se llegaran a manejar hasta 3 flujos al mismo tiempo.

Sin embargo para los aterrizajes no son posibles las operaciones simultáneas en los 3 sistemas de pistas 05-23 (AICM), 01-19 y 02-20 (Texcoco). Por lo tanto los aterrizajes se efectuarían en dos flujos simultáneos ya sea en las pistas 05-23 y 02-06 en las pistas 01-19 y 02-20.

De esta manera se puede tener operaciones en doble flujo para los aterrizajes y en triple flujo para el despegue, las cuales se explican a continuación.



(Referencia 18)

APROXIMACIONES DOBLE FLUJO

Si se utilizaran las pistas 05-23 del AICM y 02, 20 de Texcoco se tendrían los siguiente procedimientos:

Aproximaciones hacia el noreste Para estas operaciones en ambos aeropuertos se utilizarían sistemas de aproximación por instrumentos de precisión ILS Y radares de vigilancia (ARS).

Las aproximaciones en el AICM se realizarían de acuerdo con los procedimientos actuales, los cuales se apoyan en el VOR de San Mateo, para de allí proseguir hasta interceptar el localizador de la pista 05 derecha ó la radial 232° del VOR/DME de México.

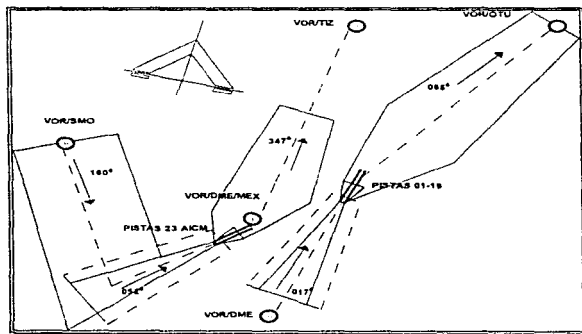
Para las aproximaciones directas en las pistas 02 del aeropuerto de Texcoco, se utilizaría un VOR/DME situado aproximadamente a 43.3 km. al suroeste de dichas cabeceras.

Las aproximaciones fallidas de estos procedimientos se realizarían de manera semejante a su correspondiente procedimientos de despegue, es decir, las aproximaciones fallidas en el AICM se dirigirían hacia el VOR de Tizayuca, mientras que en las aproximaciones fallidas en el aeropuerto de Texcoco, se realizarían hacia el VOR de Otumba.

En este flujo pueden efectuarse otras operaciones combinadas, como son: despegues en el AICM y aproximaciones en el aeropuerto de Texcoco, aproximaciones fallidas en el AICM y aproximaciones en el aeropuerto de Texcoco.

Para dar mayor seguridad a estas operaciones combinadas en el flujo al noreste, La Dirección General de Aeropuertos (DGA) organismo que en ese entonces se encargaba de todo lo relacionado al transporte aéreo propuso establecer una zona de no transgresión (NTZ), semejante a la utilizada en el caso de aproximaciones simultáneas ILS.

Además la DGA propuso el establecimiento de un flujo de control, en la aproximación LIS hacia la pista 02-1 de Texcoco. Este punto podría coincidir con el marcador (FAF), y se colocaría a una distancia tal del umbral de la pista, que se mantuviera la separación de radar requerida entre flujos de aeronaves en los aeropuertos.



(Referencia 18)

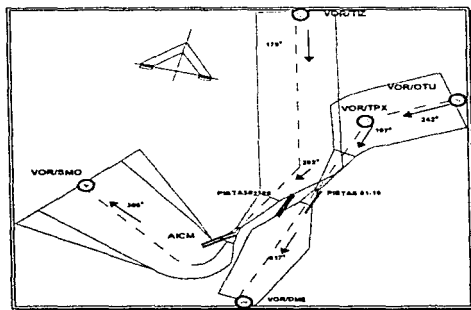
Aproximaciones hacia el suroeste Para estas operaciones, el aeropuerto de Texcoco contaría con un sistema ILS y radar de vigilancia (ASR), como apoyo para el siguiente procedimiento:

A partir del VOR/OTU, el flujo de aeronaves, por medio de una radial 242° se dirigiría al nuevo VOR de Tepexpan, relocalizador, para interceptar el curso 197° y posteriormente la trayectoria del planeo (Glide Slope).

En el aeropuerto de México AICM, se instalaría un localizador direccional (LDA), próximo a la cabecera 23I, así como un radar de vigilancia (ARS) para desarrollar el siguiente procedimiento:

A partir del VOR de Tizayuca, el flujo de aeronaves, por medio de una radial 170°, se dirigiría al marcador inicial (IF) situado aproximadamente a 16 km del localizador. En este marcador (IF) con un viraje a la derecha, una radial 202°, establecerá contacto con el localizador para seguir con la aproximación final.

En estas operaciones se conservan 300 m de separación vertical entre flujos de aeronaves hasta que uno de ellos intercepta la trayectoria de planeo.



(Referencia 18)

Si se utilizaran las pistas 01-19 y 02 20 los procedimientos de aproximación serían los mismos que se presentan cuando solo se utilizan las pistas del aeropuerto de Texcoco. Estos procedimientos fueron explicados en el caso anterior.

DESPEGUES TRIPLE FLUJO

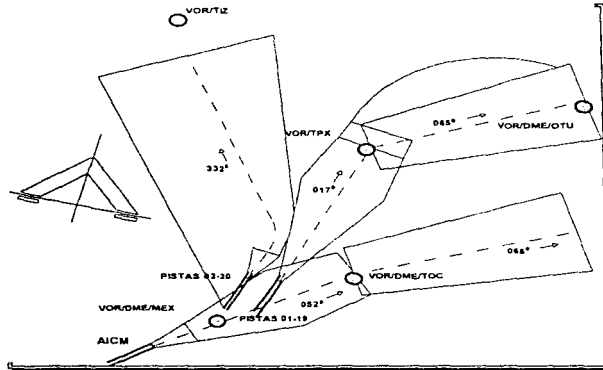
Despegues hacia el noreste Las aeronaves que despegarían en las pistas 05 del aeropuerto actual, ascenderían recto 18.52 km, en radial 052°, hasta el nuevo VOR/DME, en donde virarían a la derecha 13° para proseguir en radial 065°.

Al cruzar las pistas 01 y 02 del aeropuerto de Texcoco, las aeronaves habrían alcanzado alturas de 282 y 379 m respectivamente, considerando un régimen de ascenso de 230 pies/MN.

Si se calculan las alturas de limitación de obstáculos en estos puntos, serían de 188 y 250 m sobre las pistas 01 y 02 respectivamente.

Las aeronaves que despegarán en las pistas 01 de Texcoco, al alcanzar una altura de 140 m virarán 45° a la izquierda, para continuar el ascenso en curso 332° hacia Tizayuca.

Las aeronaves que despegarán en las pistas 02 de Texcoco, ascenderían recto 17.3 km. en radial 017°, hasta el VOR/DME de Tepexpan, en donde virarían 48° a la derecha para proseguir en curso 065° hacia el VOR/DME de Otumba.



(Referencia 18)

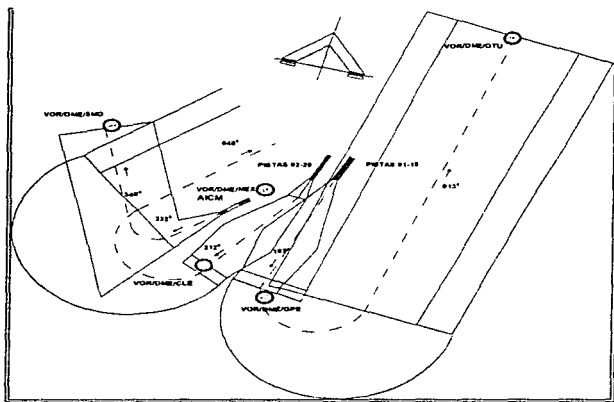
Despegues hacia el noreste Las aeronaves que despegarán en las pistas 23 del aeropuerto actual, ascenderían recto en radial 232o hasta el NDB/MW, en donde iniciarían un viraje a la derecha para continuar en curso 340° hasta el VOR/DME de San Mateo.

Las aeronaves que despegarán en las pistas 19 de Texcoco, ascenderían recto hasta alcanzar una altura de 140 m, donde iniciarían un viraje de 15° a la derecha para continuar en radial 212° hasta el nuevo VOR/DME del Cerro de la estrella y de aquí virarían a la derecha hasta interceptar la radial 048° hacia el VOR/DME de Otumba.

El cruce de las trayectorias se efectuaría con diferencia de 771 m de altura entre los 2 flujos de aeronaves, considerando un régimen de ascenso de 230 pies/MN.

Se puede evitar el cruce de las 2 trayectorias continuando el ascenso a partir del nuevo VOR/DME del Cerro de la Estrella en curso 340°, paralela al vector radar actual, que va a San Mateo.

Las aeronaves que despegarán en las pistas 20 de Texcoco, ascenderían recto 18.52 km. en radial 197°, hasta el VOR/DME de Guadalupe, donde virarían a la izquierda para proseguir en radial 013° hacia el VOR/DME de Otumba.



(Referencia 18)

Se puede concluir que el proyecto Texcoco, no presenta problemas con las Normas Internacionales. No existe ninguna violación, salvo en la operación del aeropuerto actual en sentido hacia el Noreste. Pero no interfiere con el flujo de Texcoco, debido al alejamiento que permite la operación simultánea. Por supuesto no existe violación en el sentido hacia el Sureste.

Finalmente aunque es posible hacer funcionar el aeropuerto actual con un flujo y Texcoco con dos flujos (3 o 4 pistas) a condición de solo realizar operaciones de despegue en las pistas oeste de Texcoco. Las otras dos pistas podrían ser destinadas, en su mayoría, a aterrizajes. El costo de las ayudas de navegación sería muy elevado, puesto que sería necesario construir una gran cantidad de radio ayudas nuevas.

Es conveniente mencionar que debido a la gran cantidad de operaciones y las intersecciones que se tienen en los espacios aéreos, es indispensable contar con un sistema cuya precisión sea óptima para garantizar el seguro control de tránsito aéreo.

3.2.3 PROYECTO TIZAYUCA.

El proyecto del aeropuerto de Tizayuca se planea como una alternativa de para solucionar el congestionamiento de pasajeros en el AICM. Cabe señalar que existen las siguientes opciones para su utilización.

- ◆ En sustitución total del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
- ◆ Como un aeropuerto auxiliar de la Ciudad de México.
- ◆ Como un aeropuerto que junto con el de Toluca auxilien al de la Ciudad de México.

La primera opción es perfectamente factible, ya que en el sitio elegido es posible construir un macro aeropuerto capaz de absorber el tránsito de la Ciudad de México, por un periodo muy largo, hay que señalar que este sitio se encuentra lejano a la Ciudad de México y que será necesario dotarlo de excelentes vías de comunicación que a su vez se conecten al sistema vial rápido de la Ciudad de México.

La segunda opción permitiría seguir utilizando al AICM para manejar cierto tipo de tráfico y el aeropuerto de Tizayuca para manejar el tráfico restante. La separación del tránsito sería de acuerdo a estudios que determinarían la utilización más adecuada de cada uno de estos sitios, considerando los problemas de pasajeros en tránsito de operación en las aerolíneas.

La tercera opción sería similar a la segunda, pero incluyendo el aeropuerto de Toluca y esperando el tránsito de la Ciudad de México entre el AICM, Tizayuca y Toluca. Esta última opción es más complicada y supone fuertes problemas para los operadores y para los pasajeros.

El aeropuerto de Tizayuca se perfila como un moderno aeropuerto que daría servicio a una población aproximada de 32 millones de habitantes en la zona centro del país, beneficiando a la población de los estados de Hidalgo, México y el Distrito Federal.

El aeropuerto requerida un área total de 2,746 Ha. Junto con el aeropuerto se piensa desarrollar un Megaproyecto que ocuparía 55 mil hectáreas ejidales y pequeña propiedad rural de ocho municipios, los cuales desaparecerán con su población para dar paso al "proyecto más grande de una ciudad nueva planificada" en el país que contaría además del aeropuerto internacional con parques industriales, oficinas, cooperativas, centros comerciales, hoteles, centro de diversiones, campos de golf y zonas para vivienda residencial, vecinal y de comunidad.

El aeropuerto se encontraría localizado al Norte de la Ciudad de México aproximadamente a 59 Km. del AICM, en el estado de Hidalgo, en el valle de Tizayuca, sobre el Kilometro 72 de la autopista federal 85 (México-Pachuca). Estaría limitado por la autopista 85 al oeste, y al este por la vía del ferrocarril México-Pachuca.

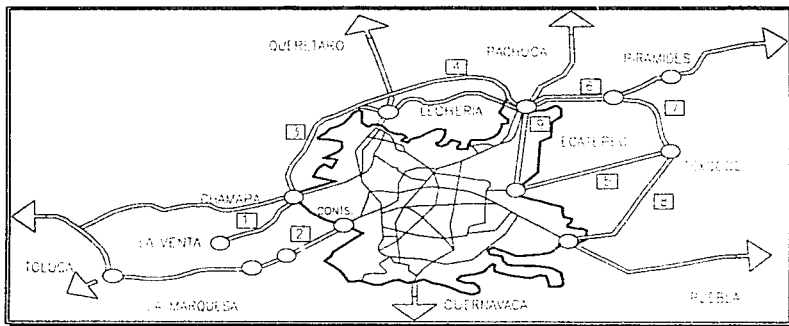
En la siguiente figura se muestra la posición del aeropuerto:



(Referencia 3

Las vialidades que se podrían tomar para llegar de la Ciudad de México al aeropuerto de Tizayuca serian las siguientes:

- 1) La venta-Chamapa
- 2) Constituyentes- La Marquesa
- 3) Chamapa-Lechería
- 4) Atizapán-Venta de Carpió
- 5) Peñón- Texcoco
- 6) Ecatepec-Piramides
- 7) Texcoco-Venta de Carpió
- 8) Carretera Fed. a Texcoco
- 9) Ecatepec-Peñon- Texcoco



(Referencia 3)

Con el fin de agilizar el acceso desde y hacia la Ciudad de México se deberán llevar a cabo obras de infraestructura vial, que si bien tendrían un costo alto para el proyecto, solucionarían un problema latente en el área metropolitana.

Actualmente el acceso a la Ciudad de México desde su extremo nororiente constituye un problema debido a la falta de vialidades que puedan dar solución al creciente tráfico de la zona.

El plan maestro del aeropuerto propone las siguientes acciones para poder resolver el problema del acceso al aeropuerto

La construcción de una autopista sobre derecho de vía del canal del desagüe conectando la autopista Texcoco con la autopista federal 85.

- ◆ La ampliación de 12 kilómetros de la autopista 85 a al altura de Indios Verdes.
- ◆ La proyección de un distribuidor de tráfico entre las vías José López Portillo, autopista 85, autopista de las pirámides, Autopista Atizapan-Venta de Carpió con la autopista propuesta.
- ◆ Reubicación de la caseta de cobro Pachuca-Ecapetec.
- ◆ Así mismo se requerirá de la construcción de un entronque ferroviario entre las líneas Pachuca-Tula y Pachuca-Aeropuerto Tizayuca para poder proporcionar acceso a la red de ferrovías.
- ◆ Rehabilitación de la vía Tula-Pachuca-México para operar carros de hasta 130 toneladas métricas.
- ◆ Se propone también la construcción de una vía de acceso semejante al metro que serviría como puente de enlace entre el aeropuerto de Tizayuca y la Ciudad de México, la cual se encontraría ubicada en la estación Buenavista con lo que se aprovecharía la infraestructura existente en ese lugar. El sistema funcionaría a base de trenes ligeros de alta velocidad que no tendrían escalas y sólo llevarían a las personas que se dirigieran al aeropuerto.

Todas estas opciones propuestas requerirían de una *gran inversión*, la cual ocasiona que el costo del proyecto se eleve considerablemente.

El terreno donde se construirá el aeropuerto es prácticamente plano presentado una pendiente aproximada de 0.1 % y a una altura sobre el nivel del mar de 2,360 (semejante al AICM). Esta localizado en una zona dedicada a la agricultura, principalmente de temporal en la que se cultivan el maguey y otro tipo de cultivo que no sea de riego . No existe infraestructura mayor o desarrollo urbano en el área.

Tiene condiciones meteorológicas favorables. el área del proyecto tiene un clima semiárido, templado y moderado. La base del valle recibe una precipitación anual 503.2 mm con su máxima y mínima en septiembre y febrero de 142.8 y 4.3 mm.

Los días anuales de helada varían de 20 a 80 según la localidad. La temperatura varía de los 11.5 a los 24°C en la base del valle, con una temperatura de referencia de 25 °C. El viento tiene una dirección generalmente del noreste hacia la Ciudad de México.

El escurrimiento de agua de tormenta se contiene actualmente por una combinación de canales de drenaje y naturales y artificiales. Actualmente la mayoría de los municipios en el área provee solamente un tratamiento primario y limitado de aguas residuales o tanques sépticos de base individual.

El suelo es fundamentalmente de derivación volcánica. La planicie base del valle se localiza principalmente sobre sedimentos cuaternarios que son de arena gruesa y no consolidados, derivados de las tierras altas volcánicas contiguas. El movimiento del suelo y la actividad de construcción no deben encontrar ningún impedimento geológico. Basado en investigaciones preliminares, no hay fallas o volcanes dentro de los límites del proyecto, pero ambos se localizan en zonas cercanas.

El plan maestro contempla agregar modularmente hasta cuatro pistas capaces de resolver las necesidades de transporte aéreo de la zona hasta la segunda mitad del próximo siglo.

Las pistas se ordenarían en pares, cada par estaría separado una distancia de 2,100 m. longitud que nos permite manejar en forma paralela el sistema de pistas, y tendrían una orientación 03-21

Las pistas tendrían las siguientes medidas:

Pista	Longitud
03I-21D	4,720 m.
03D-21I	3,950 m.
04I-22D	3,950 m.
04D-22I	3,350 m.

(Referencia 3)

Todas tendrían un ancho de 45 m con posibilidades de ampliación.

La pista con longitud de 3,350 m, sería utilizada para aterrizajes de las aeronaves.

La pista con 3,950 m. se utilizaría para despegues. La longitud es suficiente para casi la mayoría de los destinos en vuelos intercontinentales.

La pista de 4,750 m. se utilizaría para los despegues de las aeronaves pesadas como el B-747-400 en destinos transcontinentales.

Las calles de rodaje se contempla que abarquen toda la longitud de las pistas. Adicionalmente se proveerá de calles de rodaje en doble sentido alrededor de la terminal. Y a cada pista se le incorporada una salida de espiral para minimizar la ocupación de pista para las aeronaves que aterrizan.

Las ayudas de aterrizaje y navegación estarían constituidas por un equipo de aproximación ILS en todos los límites de pistas. Y deberá integrarse una tecnología GPS. Al menos dos de las pistas deberán tener un equipo ILS de categoría II o III, para minimizar los problemas de visibilidad que se puedan presentar y que podrían cerrar el aeropuerto en algunas horas del año.

La terminal de pasajeros, en su etapa tendría una superficie de 100,000 m². Y contaría con 60 puertas y capacidad de expansión a 85. Pudiendo atender para el año 2010 una demanda de 25 millones de pasajeros. El estacionamiento para los pasajeros tendría una superficie de 16,000 m².

La plataforma tendría una superficie de 360,000 m². con una capacidad para estacionar de 120 aeronaves.

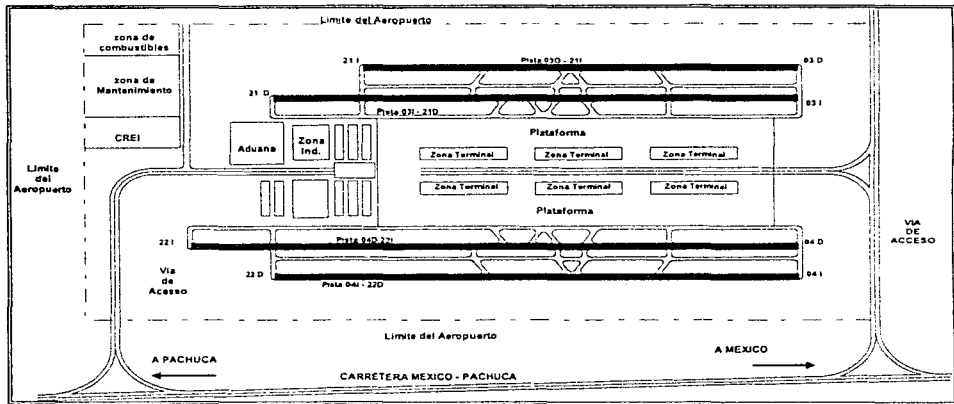
El servicio de carga podría manejar hasta cinco veces la carga actual que maneja el AICM. La bodega que tendría una superficie de 150,000 de m². La zona de carga contaría además con una área de rampa que tendría una área de 292,600 m².

Los servicios de apoyo estarían tendrían las siguientes superficies:

La zona de administración	12.1 Ha.
La zona de almacenamiento de combustible	2.8 Ha.
El cuerpo de rescate y bomberos	1.2 Ha.
La cocina aérea	3.2 Ha.
La torre de control del tráfico aéreo	3.2 Ha.
Los servicios públicos	4.0 Ha.

(Referencia 3)

En la siguiente figura se muestra la configuración que tendría el proyecto:



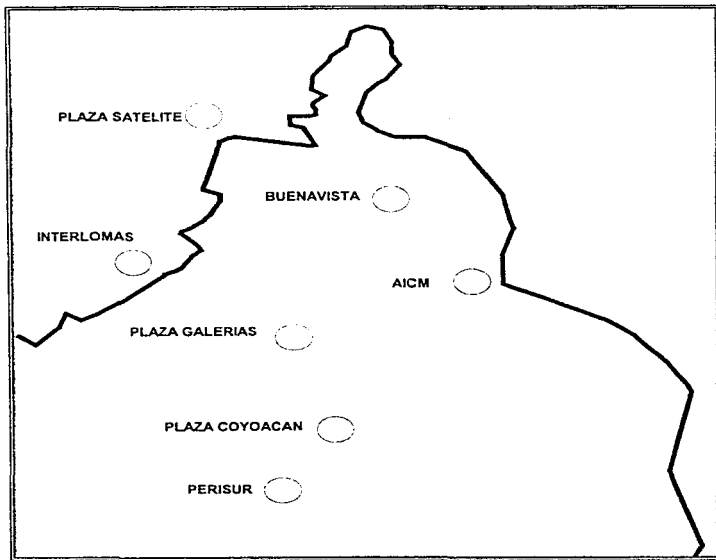
(Referencia 3)

Se planea también crear centros de transferencia los cuales servirían para poder trasladar a los pasajeros de la ciudad de México al aeropuerto en Tizayuca. Los puntos que se piensa podrían servir para estos fines serían centros comerciales en los cuales se tendrían bases de autobuses que llevarían sólo personas que fueran al aeropuerto. Los centros de transferencia buscan reducir en forma considerable los viajes generados por el proyecto de tal manera que reduzca el impacto vial de la región.

El sistema de centros de transferencia atraería exitosamente un gran número de pasaje como lo han mostrado ejemplos de otras terminales internacionales como, Dulles en Washington y, Orly en Paris.

En los centros de transferencia se podrían realizar actividades propias del aeropuerto como son venta de boletos, documentación Express de equipaje y salas de espera de visitantes, con los cuales el tiempo en las instalaciones del aeropuerto en Tizayuca se reducirían, ocasionándose un posible incremento en la capacidad.

Los lugares donde se piensa que podrían localizarse los centros de transferencia se muestran en la siguiente figura.



(Referencia 3)

El tiempo promedio de traslado al aeropuerto de Tizayuca sería de aproximadamente una hora y quince minutos, **tomando en cuenta** que se hayan realizado las obras viales mencionadas anteriormente.

Los principales servicios que podrían ofrecer los centros de transferencia serían los siguientes:

- ◆ Venta de Boletos
- ◆ Documentación Express de equipaje
- ◆ Salas de espera
- ◆ Estacionamiento de cuota fija
- ◆ Sistema de transporte base itinerario
- ◆ Servicio de transporte personal (taxi)
- ◆ Paradas en principales hoteles de la Ciudad.

El sistema de centros de transferencia podría absorber hasta un 30% del pasaje que se dirigiera al Aeropuerto de Tizayuca en sus primeras etapas. Con este sistema se prevé un ahorro aproximado de 664 viajes por hora (2455 horas hombre).

Como se mencionó anteriormente el proyecto del aeropuerto de Tizayuca contempla que funcione en forma conjunta con un moderno parque industrial para poder aprovechar las ventajas que brinda el transporte aéreo.

La zona industrial se ubicaría en una superficie total de 1,624.4 ha, dividida en siete secciones. Las secciones que componen el parque industrial y la superficie de cada una de estas zonas se muestran en la siguiente tabla:

Sección	Superficie (Ha)
Industria ligera	353.9
Industria con acceso a la pistas	195.8
Industria con afectación	129.3
Industria pesada	270.2
Carga	86.6
Transbordo de camión a camión	32.7
Transbordo de ferrocarril	56.2

(Referencia 3)

Contara con una infraestructura de alto nivel, la cual consiste en:

- ◆ Una planta de generación eléctrica
- ◆ Una Planta de tratamiento de aguas residuales
- ◆ Instalación subterránea para suministro de gas.
- ◆ Tecnología en comunicaciones, instalaciones y construcción de primer orden.

Su estratégica localización la convierte en una área altamente con acceso al mercado más importante del país.

Considerando la perspectiva económica delineada por el TLC y las limitaciones del transporte por carretera, se concibe una moderna estaciona intermodal ferrocarril-camión apta para satisfacer la tendencia de transporte de mercancías por este medio.

Lo cual representaría la conjunción de tres medios de transporte en una misma instalación que representa la primera opción para empresas de producción "JUST in Time". Las características de esta estación serían las siguientes:

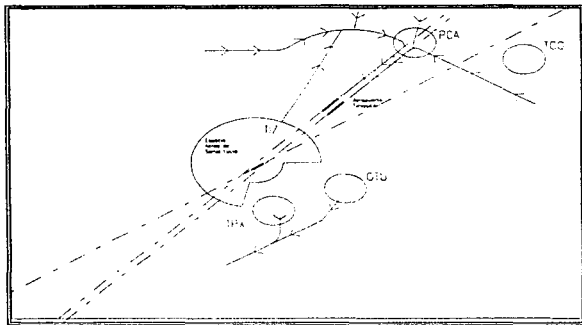
- ◆ Incorpora la tecnología en manejo de este importante y creciente medio de transporte.
- ◆ En sus instalaciones de transferencia ferrocarril-camión contara con el equipo más moderno de la industria.
- ◆ Sistemas de información integrados
- ◆ Via de ferrocarril existente y poco utilizada en el punto estratégico de la red ferroviaria, con acceso a las principales vías de comunicación.
- ◆ El área considerada para el desarrollo de la estación intermodal de ferrocarril dentro del plan maestro de desarrollo del aeropuerto de Tizayuca y parque industrial es de 56.2 Ha.

ESPACIO AÉREO

Con respecto al espacio aéreo, se realizaron estudios para analizar el posible conflicto del aeropuerto con la base militar de Santa Lucía.

El aeropuerto de Santa Lucía es el principal aeropuerto de este tipo que existe en el país. Diariamente operan aeronaves de características muy diferentes entre sí. Así podemos encontrar aeronaves lentas y pesadas como los del tipo Hercules, lentas y ligeras como helicópteros y pequeños monomotores y bimotores de turbo hélice y F-5 que son aviones supersónicos de combate, cuya velocidad de aproximación y despegue provoca ondas de turbulencia de intensidad, que afecta la estabilidad de todas las aeronaves que encuentra a su paso, sin embargo no en un número importante.

Debido al carácter militar de estas instalaciones existe a su alrededor un área restringida al vuelo de aeronaves no autorizadas. En la siguiente figura se muestra las zonas protegidas para cada aeropuerto.



(Referencia 3)

En esta base aérea operan pequeños aviones de aviación general, escuelas de vuelo y aviación militar, y es práctica común encontrar en su cercanía maniobras de paracaidismo.

La distancia que separaría a la base aérea del aeropuerto de Tizayuca, es de aproximadamente 25 Km. separación que no es suficiente para considerar la operación de cada aeropuerto en forma independiente puesto que los procedimientos de uno invaden al espacio del otro.

Esta situación obliga a que exista un centro de control de tránsito aéreo común para ambos aeropuertos, con una vigilancia estricta de radar para cada procedimiento, con el objeto de coordinar las operaciones de manera que no se ponga en peligro la seguridad de los vuelos. Esto equivale a contener y dosificar las operaciones de los dos aeropuertos, reduciendo en consecuencia la capacidad de los mismos, y al mismo tiempo, que todos los procedimientos de los vuelos que se operen en la base aérea se efectúen por instrumentos y bajo normas de seguridad aplicables a la aviación civil, cuyas especificaciones relativas a la separación de aeronaves, recomiendan que se efectúen operaciones con una alta densidad de aeronaves con un espacio aéreo limitado, como los vuelos en formación y la operación de aeronaves de características muy diferentes en velocidad de maniobra y peso.

El contar con un centro de control común para un aeropuerto civil y uno militar, representa adicionalmente un conflicto de tipo jurisdiccional, dado que por las características de cada tipo de aviación, no es conveniente el control civil de operaciones militares o bien la restricción militar a la aviación civil.

Adicionalmente la cercanía de ambos aeropuertos podría generar interferencia entre las comunicaciones civiles y las militares y la posibilidad de confusión de instalaciones bajo condiciones climatológicas severas.

En conclusión la operación simultánea de los aeropuertos Base Aérea Militar de Santa Lucía y el de Tizayuca, traería como consecuencia la operación restringida de cuando menos uno de ellos, o bien la operación de ambos con su capacidad disminuida por la utilización de un espacio aéreo compartido; la restricción operacional para aeronaves de características no compatibles con la aviación comercial que operaría en el sitio Tizayuca y la necesidad de establecer un control de tránsito aéreo común para ambos aeropuertos con un problema jurisdiccional sobre el control.

En tales circunstancias la decisión de construir un nuevo aeropuerto en Tizayuca deberá incluir la decisión de reubicar la base militar con el objeto de asegurar la operación del nuevo aeropuerto sin restricciones que afecten la capacidad de su espacio aéreo y de su sistema de pistas.

Podría plantearse la opción de que las operaciones que se realizan en Santa Lucía se incorporaran a las operaciones del Aeropuerto de Tizayuca, con lo cual no sería necesario construir un nuevo aeropuerto militar, si no se podrían aprovechar las instalaciones aeronáuticas de Tizayuca y solo construir las instalaciones de apoyo (Edificios administrativos, hangares, etc.), con lo cual se tendría un ahorro considerable.

CAPÍTULO IV

SELECCION DE LA MEJOR PROPUESTA



OBJETIVOS:

El presente capítulo tiene el objetivo de analizar las posibles afectaciones que ocurrirían en los lugares que se propusieron para poder solucionar el problema de saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Y una vez analizadas las ventajas y desventajas de cada propuesta, se propondrá la que a nuestro juicio es la más adecuada para poder ser desarrollada en un futuro.

En el capítulo anterior se describieron las opciones de solución que pueden considerarse como viables así como la manera en que pueden resolver el problema; incluyendo algunas formas de combinación posible entre ellas. A continuación se inicia su análisis partiendo de varias bases o premisas que resultan evidentes y racionales y que han permitido eliminar soluciones y combinaciones por naturaleza inconvenientes.

Las soluciones que pueden ser viables se han evaluado considerando tres grupos de factores:

- ◆ Operacionales
- ◆ Impacto urbano ecológico
- ◆ Costos

Los factores operacionales, han aportado elementos para el análisis, relativos a los sistemas bajo los cuales trabaja el Aeropuerto en sus diferentes procesos. Así se han considerado los puntos de vista de los pasajeros, de las aerolíneas y del propio operador del aeropuerto, suponiendo que todos los servicios deben ser proporcionados con eficiencia y un nivel de calidad adecuado.

Desde el punto de vista del pasajero, se ha considerado:

1. Cómo lo afecta la calidad del servicio que prestará cada opción en su interior del aeropuerto.
2. La distancia a la que se encuentra el aeropuerto de los centros generadores de la demanda (mientras mayor sea esta aumentaran las molestias al usuario en tiempo y costo para su traslado).
3. El grado en que se cuenta con las facilidades que requieren los pasajeros para hacer conexiones y cambios de aerolíneas

Para las aerolíneas se ha tomado en cuenta lo siguiente:

1. La posibilidad de operar en un sólo aeropuerto, que resulta más sencilla y conveniente que en dos: debido a que se reducen sus costos operativos en forma sustancial.
2. Las facilidades que tendrían para simplificar, sus programas de uso de las aeronaves: operación de su flota dividida en dos lugares, vuelos improductivos (sin pasajeros) entre ambos.
3. La disponibilidad de espacio para establecer sus instalaciones con el equipo necesario.

Para el operador del aeropuerto se han visto:

1. La economía de la opción en cuanto a personal necesario
2. Las disponibilidades de incremento en los ingresos por mayor capacidad.
3. Mejoras en su operación por la simplicidad de la conservación.
4. Problemas en el control del tráfico aéreo en el caso de que se manejaran varios aeropuertos cercanos.

Los factores urbano ecológicos han tomado en cuenta por una parte, la influencia que tiene un aeropuerto en su vecindad, considerando sus aspectos sociales, de requerimientos de espacio y de infraestructura urbana para su operación adecuada y en cuanto a ecología, la degradación que sufriría el medio ambiente por la presencia de un aeropuerto y la contaminación que produciría su operación.

Otro grupo de factores bajo los cuales se deben juzgar las opciones de solución, son los urbano-ecológicos, determinados fundamentalmente por la problemática que surge de la relación entre la ciudad y el aeropuerto y las consecuencias a su entorno, tanto natural como artificial.

Los urbanos se han considerado desde 4 puntos de vista:

1. La infraestructura necesaria para el desarrollo equilibrado de ambas partes; como son los aspectos de energía, agua potable, drenajes, comunicaciones y vialidad.
2. El cambio de uso del suelo en los alrededores del aeropuerto; es decir, como influye el desarrollo de este en la adecuación del destino o uso original que sufren la áreas que rodean al aeropuerto.
3. La necesidad de expropiación por espacio adicional.
4. El impacto a la población tomando en cuenta es este aspecto las modificaciones a la estructura social de la comunidad que rodea al aeropuerto, o su solución y, que se manifiesta con generación de empleos, posible inmigración, asentamientos irregulares y otros fenómenos que alteran esta estructura, incluyendo la etapa de la construcción con su generación de empleos temporales.

En cuanto a la ecología es necesario considerar dos aspectos:

1. Los que se refieren a la degradación del medio ambiente directamente bien por su modificación en las condiciones de los elementos que lo conforman como el agua, el aire, etc., que repercuten a su vez en la flora y fauna, así como la interacción de este medio ambiente con el ser humano.
2. Los relativos a los cambios que sufren la calidad del ambiente por la contaminación, por ruido, gases o de otro tipo.

Los factores de costo han comprendido; los montos de las inversiones para la construcción de las instalaciones en cada caso y además los gastos de operación para cada solución, en lo que se refiere al transporte de pasajeros desde su centro de origen en la Ciudad de México a los diferentes sitios analizados. Se han enfocado desde dos aspectos diferentes:

El primero se refiere a las inversiones, considerando los montos de construcción de las instalaciones.

El segundo aspecto es relacionado con el costo de transportación de los usuarios a los sitios propuestos por tratarse de un monto sumamente significativo en la operación del aeropuerto y que permite valorar claramente las diferencias entre las soluciones.

4.1 AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

4.1.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERATIVO

PUNTO DE VISTA DEL PASAJERO

Mejoraría notablemente en el nivel de servicio prestado. Al aumentar la capacidad de las instalaciones del aeropuerto, los pasajeros dispondrían de más áreas en la cual pudrían transitar y esperar los vuelos con lo que se evitarían las molestias que existen en la actualidad de saturación de salas de espera para las horas pico.

En caso de que se construyeran terminales remotas descentralizadas, al estar cada terminal especializada para un grupo específico de compañías aéreas, se tendría mayor agilidad en la zona terminal, debido a que los pasajeros desde un principio irían al lugar donde realizarían los trámites correspondientes, evitándose con esto la mezcla de pasajeros lo cual podría ocasionar pérdida de tiempo para trasladarse en las instalaciones debido a que los pasajeros se estorbarían unos a otros. Las terminales serían pequeñas y esto ocasionaría menor recorrido dentro de las instalaciones para los pasajeros lo que representaría menor tiempo de viaje.

En caso de que se mantuviera únicamente la terminal actual, las ventajas que tendría el pasajero serían que al estar las terminales de última espera alejadas de la zona terminal se evitarían las molestias que se ocasionan por la mezcla de pasajeros y los visitantes. Se tendría que parte del tiempo de espera se absorbería en el recorrido del pasajero de la zona terminal a la zona aeronáutica, por lo que el tiempo en la sala de espera sería menor.

Menor recorrido Ciudad-Aeropuerto. La opción "Ampliación" en caso de que se construyeran terminales remotas descentralizadas aumentaría 4 Km. la distancia de los pasajeros al aeropuerto, pero seguiría siendo la distancia más pequeña de todas las opciones de solución. Esta opción implicaría que las vías de acceso al aeropuerto tendrían que ser ampliadas para minimizar en la medida de lo posible los problemas de tránsito que ocasionarían un aumento en el tiempo de traslado de los pasajeros a las nuevas instalaciones.

En caso de que se siguiera utilizando la terminal actual ampliada la distancia de los pasajeros a la zona terminal sería la misma. Teniéndose un transporte dentro de las instalaciones en vehículos que tendrían una mayor velocidad que en el transporte terrestre urbano. Además con esta solución no se tendrían problemas de tráfico con lo que los pasajeros irían relajados.

Facilidades para conexiones y cambios de los vuelos. Al tenerse las operaciones en un sólo aeropuerto los pasajeros tendrían que recorrer distancias muy cortas, además de la forma en que se estarían organizadas las compañías aéreas permitiría al pasajero llegar rápidamente al sitio donde esperaría el nuevo vuelo.

Ahorros en los tiempos de vuelo de los pasajeros. La Ampliación al ser la opción más cercana a los principales centros generadores de pasajeros, es la opción que brinda los recorridos terrestres más cortos, lo cual origina un ahorro en los tiempos de vuelo de los pasajeros con respecto a las demás soluciones.

Este ahorro en el tiempo de vuelo alentaría a utilizar el transporte aéreo para los vuelos de distancias muy cortas, puesto que la cuantificación de los beneficios de ahorro de tiempo para los pasajeros que se transportan por avión supone que viajero ha realizado previa elección del medio de transporte asignando un valor definido a su tiempo, por el cual está dispuesto a pagar más por el servicio aéreo, y si el tiempo terrestre es muy grande podría desalentar a los pasajeros que se transporten a distancias pequeñas.

Al mejorar el servicio se tendría además que los turistas extranjeros y nacionales que se desalentaban por las pérdidas de tiempo, utilicen el servicio y ocasionen un aumento de ingreso de divisas al aeropuerto y a la Ciudad de México.

PUNTO DE VISTA DE LAS AEROLÍNEAS

Se mejoraría el rendimiento económico para el manejo de operaciones. Al operar en un sólo aeropuerto, las aerolíneas podrían controlar con el mismo equipo y persona un gran número de aeronaves, lo cual ocasionaría que los costos por operación se reducirían.

Se tendrían además ahorros en los costos de operación de las aeronaves y los equipos necesarios para atenderles, al evitar tiempos de espera para ocupar las plataformas de embarque y desembarque de pasajeros.

Se reducirían de accidentes al disponer de más y mejores instalaciones.

Se optimiza la programación de uso de sus aeronaves. Al tener una mayor capacidad aeronáutica, se podría realizar una mejor programación de los vuelos por parte de las compañías aéreas, las cuales podrían organizar sus flotas de tal forma que se aprovechara al máximo, presentándose un ahorro en los gastos de operación.

Espacio sin restricciones para el desarrollo de sus instalaciones. Las compañías aéreas contarían con una superficie tal, que les permitiría desarrollar sus instalaciones tanto para el servicio a los pasajeros (zona terminal), como para los servicios administrativos y mantenimiento de su flota aérea. Al contar con una superficie grande podrían organizarse mejor sus tareas administrativas y de mantenimiento presentándose un mejor servicio.

PUNTO DE VISTA DE LOS OPERADORES

Economía por concentración de la operación en un aeropuerto. Al tener las actividades en un sólo aeropuerto se tendrían concentradas todas las actividades en un sólo sitio, se evitaría la duplicidad de servicios que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además permitiría llevar un mejor control y supervisión de las actividades, lo que facilitaría y optimizaría el funcionamiento del aeropuerto.

Optimización en el ingreso por su mayor capacidad operativa. Al contar el aeropuerto con mayor capacidad, se tendría que el número de pasajeros y visitantes aumentaría lo cual ocasionaría que los ingresos al aeropuerto también aumentarían, permitiendo a los operadores del aeropuerto contar con mayores recursos, que podrían utilizar para mejorar y modernizar las instalaciones.

Se optimizan las facilidades por conservación del aeropuerto. Al tener un sólo aeropuerto el control de la conservación se podría llevar a cabo en forma más sencilla y económica. Al no depender de otro aeropuerto se tendría facilidad en la programación de actividades, y de los vuelos. Se evitaría también la duplicidad del equipo de conservación.

Al contar con instalaciones que fueron creadas para soportar las condiciones actuales y futuras de las aeronaves y aunado a que se realizarían con los más modernos procedimientos constructivos y con la tecnología más actual, el mantenimiento que se les daría sería mucho más económico que el que se lleva a cabo en las instalaciones actuales que fueron diseñadas para aeronaves mucho más pequeñas, que las actuales por lo cual se deterioran muy rápidamente.

4.1.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA URBANO ECOLÓGICO.

Factores Urbanos. El área destinada a la ampliación del aeropuerto Internacional ocupa una porción de 1,500 Ha. de la parte sur de los terrenos que pertenecen a la comisión del Ex-lago de Texcoco, abarcando además fracciones del Distrito Federal (Delegación Venustiano Carranza) y del estado de México (Municipios de Netzahualcoyotl, Chimalhuacán y Texcoco).

La zona urbana que se afectaría y que tendría que ser reubicada abarcaría aproximadamente 30 ha. las cuales por lo pequeño de la superficie no representan un gran problema social. Las personas que tendrían que ser trasladadas a otro lugar no se verían muy afectadas debido a que la zona esta habitada por personas de bajos recursos que viven en casas en su gran mayoría construidas con materiales que no cumplen con las mínimas normas de seguridad y la zona no cuenta con los servicios básicos, y al ser reubicados estarían en zonas que contarían con los recursos necesarios para que puedan vivir dignamente.

Las zonas urbanas cercanas que sufrirían los efectos del aeropuerto serían, por parte del Distrito Federal las delegaciones Venustiano Carranza Benito Juárez, Cuauhtemoc, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero. M y por parte del Estado de México los municipios Netzahualcoyotl, Chimalhuacan, Ecatepec, Texcoco y La Paz.

Si bien la población que sufriría los efectos del aeropuerto es grande, cabe hacer notar que ya un alto porcentaje de esa población se ve afectada por el aeropuerto actual, y se tendría que sólo las zonas más alejadas serían las que comenzarían a recibir los efectos provocados por la ampliación.

Con respecto a la zona del Lago de Texcoco, la construcción de la ampliación del aeropuerto lograría que la zona se protegiera de asentamientos humanos irregulares, los cuales ocurren mucho en esa zona.

La adquisición de la superficie que pertenece a la comisión del Ex-lago de Texcoco, no representaría un problema, debido a que desde su creación se contemplo en su plan de desarrollo la reserva de terrenos que servirían para la ampliación del aeropuerto. Las obras que serían afectadas por la construcción de la ampliación serían las siguientes:

Planta de tratamiento de aguas negras

Esta situada al sur del camino el Peñón Texcoco, entre el dren general del valle y el lago Nabor Carrillo y cubre una superficie de 16 Ha. La planta se compone de dos módulos de 500 l/s cada uno, y el tratamiento de agua se hace a nivel secundario aplicando el proceso convencional de lodos activados, con aireación mecánica superficial. Las aguas que se tratan en la planta se captan del río Churubusco en una estructura de toma y se conducen por un conducto cerrado. A su vez, las aguas tratadas se elevan por bombea la canal que las conduce al Lago Nabor Carrillo.

Desviación del río Churubusco

El río sale del área urbana y antes de cruzar la vía Férrea del Sur recibe por la margen izquierda la descarga del carcombo de bombeo de la Laguna de Xochiaca. Inmediatamente después del cruce de la vía, que cuenta con un desfogue hacia el dren Xochiaca, se prolonga hasta el río la compañía para formar el dren general del valle y dispone de un ramal que alimenta al lago Churubusco, y a la izquierda, que se prolonga hasta el lago de regulación Horaria, que a su vez tiene dos tomas hacia el dren general del valle.

Potreros de investigación

Afectación de los existentes en el área de ampliación.

Lago Nabor Carrillo

Esta situado en la porción Sureste de la zona federal cubriendo una extensión de 917 Ha. Se construyo extrayendo las aguas de las arcillas del subsuelo mediante el bombeo de pozos someros, para provocar el hundimiento y la consolidación del terreno.

Lago de regulación Horaria

Se encuentra al poniente del Dren General del valle, entre el camino Peñón Texcoco y el bordo Poniente. El lago cubre una superficie de 150 Ha. y originalmente tenía una capacidad de 4.5 millones de m³ y 3 m. de profundidad media, pero poco a poco tuvo deterioros luego ha estar azolvado en parte y con su superficie cubierta de lodo.

Cruce de rodaje sobre el periférico

Cruce entre el sitio actual y la ampliación del aeropuerto, bajo el rodaje de interconexión, mediante una trinchera.

Desviación férrea del Sur

Esta vía cruza el extremo sur del ala zona federal del vaso, en su recorrido de unos 25 km., que en su mayor parte corresponde al área del proyecto de ampliación del aeropuerto.

Desviación del dren principal del valle.

El río de la Compañía penetra al área de proyecto por el tramo sur del límite de la zona federal, y después de recibir la aportación del río Churubusco cambia su nombre a Dren general del Valle, que se prolonga hasta la planta de la empresa Sosa Texcoco para descargar finalmente en el gran canal del desagüe. Además de extraer las aguas resultantes del desagüe de la zona, el dren alimenta a la planta de tratamiento de agua negras, que a su vez permite alimentar con agua tratadas a los lagos recreativo y Nabor Carrillo.

Mejoras en la vialidad urbana Con respecto a la vialidad urbana se tendría una mejoría por ampliación de la infraestructura de la Ciudad de México, ya prevista en su expansión. En caso de que se construyesen las terminales descentralizadas, la Avenida 602 y la Vía Tapo se utilizaría como principal acceso para los pasajeros que vinieran del Norte.

La avenida 602 tendría que acondicionarse creando puentes y pasos a desnivel, que permitirían un tránsito más fluido, del que existe en la actualidad, y el cual permitiría absorber el tránsito inducido por aeropuerto.

La Vía Tapo tendría que modificarse, debido a que un tramo de 2.5 Km. de longitud, esta alojado en la zona federal del vaso, en el área afectada por el proyecto de ampliación y se prevé desviarla para encontrar con el anillo periférico.

La principal vialidad de acceso para los usuarios que vengan del sur sería el periférico, el cual se tendría que prolongar hasta la entrada del aeropuerto, en la cual se encontraría con las vialidades internas del mismo y la Vía Tapo.

Las ampliaciones y mejoras de estas vías mejoraría notablemente el servicio de transporte terrestre en las zonas cercanas al aeropuerto. Y en caso de no realizarse producirían grandes problemas de congestión vial en la zona, los cuales provocarían grandes pérdidas de tiempo a los pasajeros.

En caso de que se decidiera que abandonar las instalaciones actuales, los terrenos que hoy ocupa el aeropuerto, podrían pasar a manos de la Delegación Venustiano Carranza, la cual podría utilizarlos para áreas verdes y zonas recreativas.

Al aumentarse las instalaciones durante la construcción se tendría una gran cantidad de empleos temporales por aproximadamente tres años, y una vez terminadas la expansión se tendría un aumento en los empleos temporales.

Riesgos de accidentes. La ubicación del aeropuerto dentro del área metropolitana establece una coexistencia muy especial y peligrosa, por las perturbaciones que pueden ocurrir en las zonas urbanizadas durante el proceso de operación aeroportuaria, con todas sus implicaciones.

En el caso del aeropuerto actual, que se encuentra prácticamente rodeado de zonas urbanizadas, con alta densidad de población, el grado de gravedad de un accidente de aviación sería mayor que en la zona de ampliación, donde las áreas rurales constituyen una especie de zona de protección.

Puede definirse una zona que rodea al aeropuerto, que no se extiende a más de 10 Km. del extremo de la pista, en la que se presentan mayores probabilidades de que se produzcan los accidentes aéreos. Zona que en el caso de la ampliación estaría ocupada en un gran porcentaje por superficies no habitadas, con lo que el daño que pueda provocar un accidente sería menor.

Aunque la probabilidad de sufrir daños por la caída de aeronaves o de objetos que se desprendan de estas es remota, según lo demuestran las estadísticas, existe una ansiedad potencial que puede hacerse evidente en un gran número de personas, si llegara a presentarse un accidente de este tipo.

Factores ecológicos. La construcción del aeropuerto provocaría que gran parte de la superficie de ampliación estuviera pavimentada. Lo anterior ocasionaría que se modificara el ecosistema tanto de la zona que pertenecería al aeropuerto, como la zona cercana que lo rodea.

El aeropuerto modificada las condiciones de filtración de la zona, que al estar casi en su totalidad pavimentada no permitiría la filtración a los mantos acuíferos.

En el área de ampliación existe un sistema hidráulico constituido por 4 lagos artificiales de almacenamiento o de regularización, que en combinación con canales y drenes auxiliares, permiten manejar las aguas que llegan a esa jurisdicción por los ríos Churubusco y de la compañía, por el sur, así como las que aportan por el oriente los ríos Papalotla, Xalapango, Coxcoaco, Texcoco, Chapingo y San Bernardino y las que descargan el desagüe del aeropuerto actual, para conducir excedentes por el dren general del valle, al gran canal del desagüe.

Por otra parte de las inmediaciones de la zona federal según datos de proporcionados por la Comisión del Lago de Texcoco, se extrae del subsuelo un gasto promedio de 15,090 m³/seg. que se destina a varios propósitos, especialmente servicios públicos riego y usos domésticos e industrial.

Para evitar esto el sistema de desagüe que se cree debe estar diseñado para eliminar en la forma más rápida y directa las aguas excedentes que lleguen a presentarse en la zona aeroportuaria, que ocupa una parte del vaso de Texcoco. Este sistema debe funcionar en armonía con el sistema de obras hidráulicas, que opera la comisión del Ex-lago de Texcoco en el resto del vaso, a fin de que este organismo pueda planear el manejo del volumen global y descargar las aguas sobrantes al gran canal del desagüe.

Se reduciría la explotación de aguas subterráneas al intercambiarlas por aguas tratadas las que actualmente se usan para el riego. Al reducir substancialmente la extracción de agua subterráneas se reduciría también la velocidad de hundimiento de los suelos. Los suelos del vaso, constituidos por una capa de 1.5 m de espesor de arcillas afectadas por secado, que descansa sobre arcillas blandas muy plásticas con altos contenidos de agua, se están hundiendo con una velocidad media de 16.9 cm/año debido a la sobreexplotación del acuífero regional. Esta velocidad se vería disminuida por la reducción la extracción de las aguas subterráneas.

Pero al subsistir el suelo natural por los materiales graduados de la pistas, calles de rodaje y plataformas se produciría un aumento en la velocidad de asentamiento paulatino del terreno, que se acentuará por la extracción de agua que se haga en las excavaciones durante el proceso de construcción para abatir el nivel freático. Este hundimiento sistemático del suelo se combinará con los hundimientos intermitentes que produzcan los impactos de las aeronaves, tanto al descender como en las operaciones de carreteo sobre las pistas.

La rectificación y encausamiento de las corrientes y la disponibilidad de vasos de almacenamiento, permitirían mejorar el manejo de las aguas y reducirían las probabilidades de que se produzcan inundaciones.

Tolvaneras. La construcción eliminaría casi por completo los problemas que se originan por las tolvaneras que actualmente se provocan en esa zona. Las tolvaneras son una importante fuente de contaminación en el área de proyecto. De acuerdo a las investigaciones realizadas por la Comisión del Lago de Texcoco y la comisión hidrológica de la cuenca del valle de México en los años 70s, indican que las zonas del Ex-lago de Texcoco y en las áreas vecinas se producían el 40% de las tolvaneras que afectaban el aérea metropolitana.

El fenómeno de las tolvaneras produce efectos de erosión del suelo y la reducción de la visibilidad, además arrastran partículas de suelos agrícolas regadas con aguas negras, así como toda clase de desechos producto del fecalismo, transmitiendo por toda el área metropolitana numerosos padecimientos gastrointestinales y aun amibiasis por vías respiratorias.

Flora y fauna. La construcción de la ampliación permitiría proteger como ya se mencionó la zona del Lago de Texcoco contra asentamientos irregulares, lo cual permitiría desarrollar sin peligros de una invasión futura los terrenos del Vaso de Texcoco para fines ecológicos. El trabajo conjunto de la comisión del Lago de Texcoco con los operadores del aeropuerto, permitiría aumentar la flora y la fauna de la zona.

Los trabajos que se contemplan en el proyecto Texcoco, harían posible regenerarse la cubierta vegetal del vaso, especialmente a base de los pastos que se adaptan a las condiciones ecológicas de esa área y algunas especies forestales dedicadas a la formación de cortinas rompevientos.

Además en la zona de reserva para la fauna silvestre se dispondría de una superficie de 200 ha. destinada al desarrollo de bosques, matorrales y pastizales, así como un jardín botánico cuyos principales componentes serían la vegetación halofítica, la acuática y la subacuática del área, especialmente las especies que han desaparecido por falta de hábitat y las que se encuentran en peligro de extinción.

Las actividades previstas permitirían aumentar substancialmente la fauna de invertebrados nativos de esa zona, que desde la época precortesina constituyó un medio de supervivencia para la población. Los embalses perennes almacenarían agua tratada en la que progresa una vegetación acuática donde las especies como el ahuate, el poxi, la pulga de agua, el camarion pequeño, los acociles y el chiprín, encuentran excelentes condiciones de anidamiento, así mismo, se desarrollarían algunas especies de anfibios y peces que tiene gran demanda local.

Se prevé también el aumento de las especies acuáticas y un fuerte incremento de la densidad de aves invernantes, que dispondrían de varios cuerpos de agua de gran extensión, alimento suficiente y reunirían las condiciones requeridas para el anidamiento.

El principal problema que se presentaría es el ocasionado por la presencia de las aves en la zona del vaso de Texcoco. Si bien las especies nativas se han reducido a su mínima expresión, en los meses de agosto a abril siguen llegando al área grandes congregaciones de aves acuáticas migratorias procedentes del norte. Debido a la mejoras del hábitat que se realiza la comisión del Lago de Texcoco, el número de especies ha ido en aumento hasta llegar a 68, de las cuales 13 pertenecen a los patos, 29 a las aves de ribera, 11 a las garzas, 5 a las gallinas de agua, 1 a los colimbo, 1 a los ibises y 8 especies de ambientes marinos, como pelicanos, gaviotas y golondrinas de mar.

La existencia de aves de vuelo residentes o migratorias en la zona circundante del aeropuerto internacional, constituye un **riesgo para la operación de aeronaves**, por la posibilidad de que las turbinas lleguen a succionar una ave lo suficientemente grande para producir la falla de los motores.

En la ampliación del aeropuerto internacional existiría un riesgo latente de esta clase accidentes por la existencia en el vaso de Texcoco de grandes parvadas de aves de vuelo de más de 500 gramos de peso, de diversas familias y especies que durante las migraciones a lo largo de nuestro territorio vuelan a diferentes alturas, así como por la introducción de nuevas aeronaves, más grandes, más potentes y más veloces y por el aumento de las operaciones de vuelo.

En caso de construirse las instalaciones en el Lago de Texcoco, se tendría que desarrollar otras zonas ecológicas que atraerán a las aves a otros sitios. Específicamente se propone la rehabilitación ecológica del Lago de Zumpango. Esta medida permitirá cumplir simultáneamente con la obligación de proteger la operación aérea del AICM, reduciendo el riesgo de impacto con aves, y con las leyes sobre impacto ambiental que actualmente existen en México.

Contaminación atmosférica. Se tendría un aumento en la contaminación ambiental provocada por los gases y los ruidos originados por las aeronaves, provocados por el aumento del número de operaciones, aunque estaría un poco más alejado de la ciudad. La zona que resultaría directamente afectada fuera del ámbito del aeropuerto se extiende por las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco y Gustavo A. Madero, del Distrito Federal y los municipios de Netzahualcóyotl y Chimalhuacán del estado de México, abarcando una superficie indefinida que puede delimitarse tentativamente en función del grado de contaminación que produciría el aeropuerto durante su operación.

Por otra parte, la operación del aeropuerto exige el almacenamiento y manejo de grandes volúmenes de combustibles para las aeronaves y vehículos de servicio terrestre, que conduce inevitablemente a pérdidas por evaporación y derrames.

En los años 80 la S.C.T. realizó un estudio, en el cuál se analizó la contribución que tenía el transporte aéreo en la contaminación atmosférica de la zona del Valle de México. Los resultados obtenidos en este estudio a continuación se mencionan.

Para comparar las emisiones del aeropuerto con las correspondientes a los vehículos automotores en circulación, se adoptó como base el volumen de gasolina consumido, así como el proyectado para el consumo futuro de los vehículos que circulen en el área metropolitana. Para la comparación se considero un rendimiento de 5.8 Km. por litro y como emisiones vehiculares la reportada por W.F. Mc. Michel, para la ciudad de Denver, Colorado, EUA (Mc. Michael, W.F. and A.H. Rose Jr., EUA "A comparison of Automotive Emissions in Cities at Low and High Altitudes", presentado en la reunión de la APCA en Toronto Canadá 1965).

*Comparación de las emisiones atmosféricas en el área metropolitana de México
Ton/año*

<i>Actividad</i>	<i>Monóxido de carbono</i>	<i>%</i>	<i>Hidrocarburos</i>	<i>%</i>	<i>Partículas</i>	<i>%</i>
Fuentes fijas, 1980	3,848	0.40	2,398.2	75.75	494,409	98.57
Automotores, 1980	962,000	99.18	75,110	23.72	7,087	1.41
Aviación, 1982	4,062	0.42	1,677	0.53	74	0.02

(Referencia 17)

De esta información se desprende que la contribución del aeropuerto a la emisión de gases y partículas al área metropolitana era muy reducida (0.42% para el monóxido de carbono, 0.53% para los hidrocarburos y 0.02% para las partículas). Aun considerando el año 2000, en que el número de operaciones aumentara unas cinco veces, dicha contribución seguiría siendo un pequeño porcentaje de la emisión global; estos sin tomar en cuenta los progresos que se esperan en materia de control de las emisiones de contaminantes.

La superficie de 15 Km². aproximada que cubriría el aeropuerto, representa cerca del 1.5% del área metropolitana de México, o sea que el nuevo aeropuerto contribuiría a la contaminación ambiental en menor proporción que el promedio de los otros usos del suelo urbano.

Ruido. Considerando que en el aeropuerto las aeronaves operan a 2,240 m. sobre el nivel del mar, para realizar todas las operaciones requieren mayor potencia, y los perfiles de despegue y de aterrizaje deben adaptarse a esta condición, otro factor que se toma en cuenta es el que se refiere a la velocidad de propagación del sonido, que en el aire enrarecido es diferente a la que se presenta a menores altitudes.

Por lo tanto la interacción del aire con la aeronave y la propagación del ruido en el momento en que se emite sobre el eje de la turbina, así como la difracción misma hacia las líneas laterales, producen efectos totalmente diferentes.

Por último, las mismas características del nivel de ruido efectivo establecen que los valores de duración, el tiempo de exposición de las personas y las características de corrección por componentes discretos, tiene que modificarse para las condiciones locales.

El modelo más adecuado para determinar las curvas de igual ruidosidad percibida efectiva en torno a las pistas del aeropuerto de México es el llamado Noise Exposure Forecast o NEF (predicción de la exposición al ruido). Mediante una serie de elementos, las curvas NEF permiten conocer el modo de operación de las aeronaves y en que forma se percibe el ruido que producen, bajo las condiciones propias del área metropolitana.

Este modelo maneja tres zonas que definen el uso del suelo que se le puede dar a las zonas cercanas al aeropuerto. La zona C que tiene niveles de ruido superiores a 40 NEF, el ruido supera ciertos umbrales convencionales y se considera como crítica de exposición; la zona B, comprendida entre las curvas 40 y 30 NEF, en que el ruido se considera generalmente como tolerable y la zona A, que se extiende fuera de los niveles 30 NEF, donde el ruido que producen las aeronaves se amortigua en la atmósfera.

El uso del suelo debe adecuarse a los niveles de perturbación que se presentan en cada zona; La zona C, de ruidosidad crítica, es incompatible con el uso residencial, público, comercial y recreativo y, en cambio, el área afectada podría destinarse a otros usos como agricultura, pecuario o industrial; la zona B donde el ruido es tolerable, permite prácticamente toda clase de usos del suelo, siempre que en algunos casos se adopten en las construcciones dispositivos especiales de aislamiento sónico, por último la zona A, no representa limitaciones en el uso del suelo debidas al ruido. En cuanto al área aeroportuaria, donde es mayor la exposición, deben instalarse dispositivos especiales para amortiguar el ruido.

En las siguientes tablas se muestra el uso del suelo que se tiene en las zonas cercanas al aeropuerto:

Uso del suelo

Municipio	Agrícola (Ha)	Pecuario (Ha)	Forestal (Ha)	Urbano (Ha)	Otros (Ha)	Total (Ha)
Chimalhuacán	426	438	9	2,744	1,053	4,661
Ecatepec	1,702	117	1,890	8,612	3,228	15,549
La Paz	546	8	239	1,684	336	2,723
Néztahuacoyolt	0	0	0	5,293	1,051	6,344
Texcoco	10,708	3,619	13,556	2,175	11,751	41,869

(Referencia 4)

El área afectada y la localización de la zona crítica de ruidosidad, varían a lo largo del periodo de construcción del proyecto, observándose un crecimiento del área conforme va entrando en operación las nuevas pistas, y un desplazamiento gradual hacia el noreste, para ir saliendo de la zona urbana densamente poblada hacia el área del vaso de Texcoco, donde el uso del suelo es compatible con el ruido en todas sus modalidades que produce la operación de las aeronaves.

En la siguiente tabla, aparece el área y la distribución de la zona crítica durante el periodo 2000-2010.

*Área y distribución de la zona crítica del ruido durante el periodo 2000-2020
(Áreas en Ha.)*

Año	Área total	Área urbana	Aeropuerto actual	Vaso de Texcoco
2005	2,509	963	514	1,032
2010	2,736	366	536	1,834
2015	2,793	270	505	2,018
2010	4,082	109	131	3,842

(Referencia 17)

Según se observa en estos datos, el área de la zona crítica de ruido crece conforme entran en operación las nuevas pistas y al mismo tiempo tiende a reducirse y desplazarse el área urbana afectada, mientras, aumenta el área comprendida en el caso de Texcoco.

Las densidades que se tiene en la zona se muestran en la siguiente tabla:

Densidades poblaciones

Municipio	Densidad (Pob/km ²)	Densidad en zona urbana (Pob/km ²)	Superficie (Pob/km ²)
Chimalhuacán	5,119	8,586	
Ecatepec	7,834	14,145	155.49
La Paz	4,950	7,990	27.23
Netzahualcoyolt	19,800	28,933	63.44
Texcoco	335	5,388	418.69

(Referencia 4)

4.2 AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE TOLUCA.

4.2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERATIVO

PUNTO DE VISTA DEL PASAJERO

Mejoraría notablemente el nivel de servicio prestado. Como se menciona en capítulos anteriores el aeropuerto de Toluca se planteó como una solución parcial que aliviaría las cargas de trabajo que exceden las posibilidades de las instalaciones actuales, con las cuales funcionaría simultáneamente. Al trasladarse a Toluca parte del tráfico que llega a la Ciudad de México, las condiciones de servicio en México aumentarían ocasionadas por un número de operaciones menores. Mientras en Toluca en la actualidad tiene un número de operaciones muy pequeño y la ampliación de sus instalaciones, provocarían que se dispondría de una gran capacidad en ese aeropuerto, con la cual se podría fácilmente absorber el tránsito de la Ciudad de México sin que se tuvieran decrementos en el nivel de servicio.

Aumentaría considerablemente la distancia a la Ciudad Aeropuerto (6 a 52 Km.). La utilización del aeropuerto de Toluca, provocaría un aumento de la distancia de recorrido del aeropuerto a los principales centros generadores del transporte aéreo de la Ciudad de México de 6 a 52 Km.

El aumento en cuanto al tiempo sería de un tiempo de recorrido a las instalaciones actuales de 20 a 25 minutos, a un tiempo de una 1 hora. La ventaja que tendría el aeropuerto de Toluca es la de encontrarse en la zona poniente de la ciudad, puesto que es la zona de la ciudad más cercana a la Ciudad de México, ello significa un trayecto efectivo de aproximadamente 50 minutos, de los que 30 son de carretera, hasta los principales centros de pasajeros de la Cd. de México, tiempo que puede competir, incluso con ventaja, con el actual recorrido hasta el AICM, sobre todo por las condiciones de tráfico urbano congestionado.

Este aumento de distancia y tiempo ocasionaría un aumento en los costos de los pasajeros, producidos por el sobrecosto de operación de los vehículos que transportan a los pasajeros hasta el aeropuerto y por la pérdida del tiempo en la transportación.

Además se tendrían sobrecostos en la operación de los camiones que llevaran carga aérea hacia el aeropuerto.

Al aumentar la distancia entre la ciudad y el aeropuerto se produce un fenómeno de pérdida de un cierto porcentaje de pasajeros que dejarían de utilizar el medio de transporte aéreo.

El aeropuerto cuenta con una extraordinaria vialidad terrestre la cual esta compuesta por una autopista de seis carriles (México-Toluca), y con una entrada en delta a la zona metropolitana, que permiten un fácil acceso de los vehículos del aeropuerto a la autopista y viceversa. Además se cuenta con la carretera Toluca-Naulcalpan que comunica a la Ciudad de Toluca con el Norte de la zona metropolitana del Valle de México

La autopista México-Toluca cuenta actualmente el siguiente tránsito:

ESTACION	KM.	MÉXICO-TOLUCA									
		CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO									
		TOPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
MÉXICO	0.00										
T. DER. LABORATORIOS SYNTEX	13.60	29830	77.3	2.0	4.6	5.8	1.8	1.5	5.2	1.8	
T. DER. LABORATORIOS SYNTEX	13.60	29870	81.8	1.8	4.4	5.2	1.6	1.4	2.3	1.4	
T. DER. CUAJIMALPA (1ª ACCESO)	20.56	23097	80.3	4.4	4.5	3.6	2.7	1.6	1.1	1.8	
T. DER. CUAJIMALPA (1ª ACCESO)	20.56	23100	80.3	4.5	4.0	3.7	2.9	1.6	1.3	1.5	
T. IZQ. DESIERTO DE LOS LEONES	23.96	20313	80.4	4.4	5.0	3.9	2.5	1.7	0.4	1.7	
T. IZQ. DESIERTO DE LOS LEONES	23.96	20430	80.3	4.8	5.0	3.6	2.2	1.7	0.4	1.9	
LIM. EDOS. TERM. D.F. PPIA. MEX.	33.44										
T. DER. HUIXQUILUCAN	33.98	14241									
T. DER. HUIXQUILUCAN	33.98	14267									
X. C. AMOMOLULCO - STGO. TIANGUISTENCO	47.26	20950	82.1	2.9	5.3	4.1	1.8	1.0	0.9	1.8	
X. C. AMOMOLULCO - STGO. TIANGUISTENCO	47.26	20950									
T. DER. LERMA - IZQ. SAN PEDRO TULTEPEC	51.71	21100	80.9	6.3	4.9	2.0	1.7	1.0	0.5	2.7	
T. DER. LERMA - IZQ. SAN PEDRO TULTEPEC	51.71	21039	81.2	6.3	4.1	2.1	1.9	1.0	0.6	2.8	
T. IZQ. SAN MATEO ATENCO (BAJA)	52.00	6000									
T. IZQ. SAN MATEO ATENCO (ALTA)	52.00	24235									
T. IZQ. SAN MATEO ATENCO (BAJA)	52.00	6060									
T. IZQ. SAN MATEO ATENCO (ALTA)	52.00	20473									
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA (BAJA)	62.20	7050									
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA (ALTA)	62.20	28150									
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA (BAJA)	62.20	7140									
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA (ALTA)	62.20	28960									
TOLUCA	66.00										

(Referencia 21)

La carretera Toluca-Naucalpan cuenta actualmente el siguiente tránsito:

ESTACION	KM.	TDPA	TOLUCA-NAUCALPAN							
			CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO							
			A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
T. C. MÉXICO - QUERÉTARO (CUOTA)	0.00									
T. DER. LOMA LINDA	3.13	17504	67.8	8.9	5.6	5.6	5.0	4.1	0.7	2.3
T. DER. LOMA LINDA	3.13	17435	67.3	8.7	4.9	6.0	5.2	5.1	0.6	2.1
T. IZQ. CHICHICASPA	12.72	7495	69.0	6.7	10.5	3.4	3.8	4.1	0.1	2.4
T. DER. XOLOTEPEC	35.46	6680								
T. IZQ. EL CERRILLO	53.18	15495								
T. C. TOLUCA - PALMILLAS	63.30	11487	73.2	6.7	10.1	3.6	3.2	1.7	0.2	1.3
T. C. TOLUCA - PALMILLAS	63.30	11733	70.1	8.5	10.9	3.2	3.9	1.5	0.2	1.8

(Referencia 21)

La salida y llegada a la terminal no estaría congestionada. El acceso a la Ciudad de México es el de menor vialidad y el más agradable, precisamente por las zonas a la que se dirigen la mayor parte de los pasajeros de las líneas internacionales. Además se construiría en el futuro un tren rápido eléctrico que conectara directamente con la red del metro de la ciudad de México, y operara un servicio de autobuses hacia la terminal observatorio y los principales hoteles.

Dificultad para conexiones y cambios de vuelo. Al manejar simultáneamente los aeropuertos de México y Toluca, presentaría el problema del alejamiento de las instalaciones aeronáuticas, lo cual provocaría dificultades para los pasajeros que tienen que realizar una conexión. Se tendría que establecer una distribución de tráfico, que minimizara este problema.

PUNTO DE VISTA DE LAS AEROLÍNEAS

Disminuye el rendimiento económico en la operación por competencia o por duplicidad de servicios. Al operar en forma combinada los dos aeropuertos, las aerolíneas tendrían que contar con instalaciones duplicadas, lo cual provocaría un aumento en sus costos de operación. Sin embargo, en muchos países las aerolíneas tienen que dividir operaciones entre dos o más aeropuertos, y aunque no es lo ideal las aerolíneas pueden operar con esta división. Los ejemplos incluyen British Airways que opera en Heathrow y Gatwick de Londres y Air France que opera en Charles De Gaulle y Orly de París.

Las operaciones mixtas en ambos aeropuertos, tendrían implicaciones para las aerolíneas que siendo tantas, sufrirían por la división en sus operaciones. Además la conexión de pasajeros entre los servicios de ambos aeropuertos, necesitaría de un exhaustivo estudio que determine que servicios podrían ser transferidos con el mínimo problema.

Una desventaja incluye la reducción en la selección de destinos disponibles en cada aeropuerto y la cantidad de competencia entre los aeropuertos del mismo sistema.

Reducción de accidentes al disponer de más y mejores instalaciones. Las compañías aéreas contarían con una superficie tal, que les permitiría desarrollar sus instalaciones tanto para el servicio a los pasajeros (zona terminal), como para los servicios administrativos y mantenimiento de su flota aérea. Al contar con una superficie grande podrían organizarse mejor sus tareas administrativas y de mantenimiento presentándose un mejor servicio.

En el caso de las compañías Nacionales la programación de vuelos resultaría compleja y costosa. La distribución del tráfico entre los aeropuertos de Toluca y México, es uno de los problemas más crítico a resolver, por ello es indispensable hacer análisis muy estricto de las distintas posibilidades que existen.

El desplazamiento de servicios nacionales precisa de una cuidadosa atención puesto que frecuentemente contienen un alto porcentaje de pasajeros con conexión. El desplazamiento de dichos servicios puede afectar la viabilidad de las aerolíneas involucradas.

Los técnicos de ASA creen que la cantidad de conexiones de vuelos nacionales a nacionales, es de aproximadamente el 30-40% de los pasajeros totales, debido a que el AICM se usa como aeropuerto central para las conexiones de Mexicana y Aeroméxico.

Por otra parte, las conexiones de los vuelos internacionales a internacionales son pocas, ya que muchas aerolíneas extranjeras usan el AICM sólo como una escala en vuelos largos.

El alto porcentaje de conexiones que se tienen en las líneas nacionales provocaría una gran dificultad para poder realizar la programación de vuelos, lo cual podría ocasionar pérdidas a las aerolíneas al perder pasajeros que tienen en la actualidad y que escogerían otra línea aérea que les brindara una mejor ruta.

Oposición de las líneas extranjeras a trasladarse a Toluca En caso de que la distribución de tráfico que se hiciera de los dos aeropuertos, indicara que se trasladarían los servicios internacionales y aerolíneas extranjeras a Toluca se tendría una oposición de parte de estas líneas al traslado.

El desplazamiento de servicios Internacionales tiende a crear una fuerte resistencia principalmente por el hecho de que los servicios intencionales están reglamentados por los Acuerdos Bilaterales de transporte Aéreo entre los gobiernos de los transportadores internacionales y estos acuerdos ponen mucho interés en la igualdad de oportunidades equitativas para las aerolíneas locales y las extranjeras, lo que hace difícil cualquier tipo de discriminación entre ambas. La mayoría de los Acuerdos Bilaterales de Transporte Aéreo, están basados en el Convenio de Chicago de 1944, en el cual se incluye el principio de no-discriminación entre las aerolíneas nacionales y extranjeras.

Es muy difícil convencer a las aerolíneas extranjeras de cambiarse a otro aeropuerto, particularmente si se dan cuenta que operaran en desventaja con las aerolíneas nacionales. Por ejemplo, políticamente sería muy difícil dar prioridad a aerolíneas de USA sobre las Europeas, Sudamericanas y Asiáticas.

El grado de oposición de gobiernos extranjeros a la transferencia de sus operaciones a otro aeropuerto, depende de la naturaleza exacta de los Acuerdos Bilaterales de Transporte Aéreo, y a su fecha de vencimiento. Sin embargo se puede esperar una fuerte oposición, incluyendo represalias en contras de las aerolíneas del país involucradas.

Extensiones y conexiones de vuelos en territorio nacional. Las líneas internacionales podrían desarrollar nuevos planes de cobertura de centros turísticos, mediante la conexión con las líneas alimentadoras y regionales que adaptaran sus equipos, rutas y horarios para atender a los pasajeros que deseen continuar de inmediato hacia otros destinos nacionales como Cancun, Acapulco, Mérida, Ixtapa, Puerto Vallarta, Oaxaca y Hualulco

Bases para conexiones internacionales Se ofrece a las líneas aérea internacionales un punto estratégico para desarrollar, de acuerdo con sus preferencias y necesidades, y a costos relativamente bajos, bases alternativas para la extensión de sus vuelos al caribe, centro y Sudamérica.

Instalaciones comerciales y hoteleras. Los inversionistas nacionales y las líneas aéreas internacionales dispondrían de terrenos para la construcción de locales comerciales y de hoteles para sus filiales especializadas. Estas tiendas y hoteles ofrecerían al pasajero extranjero un lugar para estar en la Ciudad de México sin vivir en la zona urbana de mayor concentración y contaminación. Allí podrían incluso, realizar reuniones de negocios y tendrían acceso rápido en automóvil a lugares de interés turístico del centro del país.

Pérdidas de rendimientos de las aeronaves. Al encontrarse el aeropuerto de Toluca a una altura mayor que el aeropuerto de México, se tiene una pérdida en el rendimiento de las aeronaves, y esto provocaría una disminución en los pesos de despegue de las aeronaves, y una disminución de la capacidad de carga pagada.

Los datos que a continuación se mencionaran fueron extraídos del documento "*Análisis comparativo de las condiciones de operación entre el AICM y el aeropuerto de Toluca*" realizado en 1989 por consultores independientes, en el cual se analiza detalladamente los efectos que se tendrían por el traslado de las operaciones al aeropuerto de Toluca.

De este estudio se puede concluir que las aeronaves de cuatro motores serían las menos afectadas en el cambio del AICM, las aeronaves de tres motores serían ligeramente afectadas, siendo las más afectadas las de dos motores (Las cuales representan un alto porcentaje de las aeronaves de mediano y corto alcance).

La diferencia de temperatura que de día que es 6°C. compensa los efectos de la mayor altura de Toluca. Los servicios programados para este periodo que son la gran mayoría, en principio no tendrían restricciones significativas en la carga de paga, ya sea en los servicios de corto o largo alcance.

Sin embargo debido a la poca diferencia de temperaturas en las noches, todos los tipos de aeronaves sufrirían una pérdida en el rendimiento de despegue el Toluca, comparado con el AICM. A pesar de esto, los análisis de ruta muestran que en las rutas más cortas no tendrían una pérdida de carga de paga. Sin embargo, hay restricciones en las rutas de largo alcance que aumentan de acuerdo a la longitud de la ruta. Por lo tanto, una aerolínea que programe una salida en ruta de largo alcance a media noche, podría sufrir una considerable pérdida de la carga de paga si es forzada a cambiarse a Toluca.

El efecto de la carga de paga depende fundamentalmente en la ruta a ser volada, lo que hace sugerir que cualquier división de rutas entre México y Toluca debería basarse en la distancia, o sea que las rutas de más largo alcance deberían permanecer en México.

En las rutas cortas (cortas en cuanto al rango total del tipo de una aeronave en particular), cualquier diferencia en peso de despegue tiene poco o ningún efecto sobre la carga de paga. Por ejemplo un B-757 puede llegar a Allanta con una carga de paga completa (pasajeros y carga) tanto desde el aeropuerto de Toluca, como el de México, mientras que un DC-10-30 podría llevar una carga total de pasajeros y una proporción de su carga tanto a Quito como a Montreal.

El efecto de la carga de paga se demuestra más efectivamente por el B-737-200 a Nueva York y el B-747-200 a Madrid. Para el B-737-200 sólo pierde un 2.6 % en el peso de despegue durante el día y el 4.2 % durante la noche, sufre una pérdida masiva de carga de paga entre el 55% y el 60%. El B-747-200 con destino a Madrid, muestra la diferencia que puede haber en una operación nocturna. Durante el día la carga de paga es de 12,500 kg. desde el AICM y 141,400 kg. desde Toluca representan 131 y 151 pasajeros (A 95 kg. por pasajero), lo que probablemente no es una carga comercial viable. De noche las 29,500 kg. desde el AICM y las 24,200 kg. desde Toluca, que representan una carga de pasajeros de 310 y 254 pasajeros respectivamente, sería comercialmente viable. Sin embargo la aerolínea que opere la ruta objetaría seriamente una pérdida potencial de 56 pasajeros si se cambiara su operación del AICM a Toluca (debido a la similitud de diferencias en las versiones de a la aeronave estudiada, lo anterior debería de tomarse sólo como una indicación general, obtenida del actual servicio de Iberia en esa ruta).

Uno de los más importantes resultados del estudio fue el buen comportamiento de la operación de la última versión del B-747, el B-747-400 tanto saliendo del AICM como el de Toluca. Podría llevar una carga de paga completa a Nueva York (y aun más lejos) y también podría llevar de noche una carga completa de pasajeros a Londres. Se cree que esto también se aplicaría a otras nuevas aeronaves de rango ultra largo, como el McDonnell Douglas MD-11 y el Airbus A-340. Desde luego, estos tipos de aeronaves serán adecuados para operaciones desde cualquiera de los aeropuertos que sirven en México.

Puesto que las operaciones de largo rango desde la Ciudad de México, serían las más gravemente afectadas por el cambio a Toluca, se sugiere que se tome en cuenta en la transferencia de vuelos el establecer la distancia dentro de la cual se originan o concluyen los servicios internacionales en el aeropuerto de Toluca para su decisión.

Los modernos bimotores, tales como el B-757, B767 y los Airbus A-310 y A-320, que dentro de pocos años van a llegar a ser los que principalmente operen en los aeropuertos de la Ciudad de México, permitirán el establecimiento de un limite de alrededor de 2,750 millas. Este rango se extendería hacia el norte para cubrir los Estados Unidos de Norteamérica completamente (con excepción de Alaska), así hasta Lima Perú, excluyendo Brasil y países más australes. Dicha división de tráfico suprimirá cualquier necesidad de extender la pista de Toluca.

PUNTO DE VISTA DE LOS OPERADORES

Necesidad de duplicar actividades, instalaciones y equipo con incremento en el costo de operación. Al tener las actividades en dos aeropuertos se tendría una duplicidad de servicios instalaciones y equipo lo que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además provocaría problemas en el control y supervisión de las actividades, lo que entorpecería el funcionamiento del aeropuerto.

Aumento de ingresos por la mayor capacidad operativa. Al contar con la combinación de los aeropuertos una mayor capacidad, se tendría que el número de pasajeros y visitantes aumentaría lo cual ocasionaría que los ingresos de los aeropuertos también aumentarían, permitiendo a los operadores de los aeropuertos contar con mayores recursos, que podrían utilizar para mejorar y modernizar las instalaciones.

Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos. Al tener dos aeropuertos el control de la conservación se llevarían a cabo en forma más costosa por la duplicidad de los equipos de conservación.

Se presentaría además problemas en la forma de coordinar la conservación en los dos aeropuertos, que al estar en lugares con características diferentes necesitarían de una conservación diferente.

Debido a la lejanía de las instalaciones, se presentaría un problema en el tiempo que se tuviera que cerrar las instalaciones para su conservación, puesto que las operaciones no podrían repartirse tan fácilmente en las demás instalaciones, como sería el caso de tener un sólo aeropuerto.

Descongestionamiento terrestre y aéreo. Se resuelve el problema de congestión, en tierra y aire, lo cual es singular en una zona conurbada de 18 millones de habitantes. Esto trae como consecuencia mayores facilidades y puntualidad para las operaciones aéreas, así como mayor comodidad y rapidez para el embarque y desembarque de los pasajeros.

Modernidad de las instalaciones La pista existente, las nuevas calles de rodaje y la nueva zona terminal tendrían mejores condiciones para recibir los grandes aviones modernos. Los equipos aeroportuarios serían también más sofisticados y las condiciones de operación permitirían mayor eficiencia, sobre todo para el manejo de las aeronaves de fuselaje ancho y gran potencia.

Aumento en los costos de los empleados del aeropuerto Por la lejanía de los dos aeropuertos los empleados que tuvieran que se trasladados temporal o permanentemente al aeropuerto de Toluca, tendrían un aumento en los gastos de traslado a esas instalaciones y una pérdida de tiempo. Esta afectación resulta más alta mientras menor es la capacidad económica del trabajador afectado. lo que obligaría al empleado a abandonar su empleo o que le incrementaran el sueldo.

4.4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA URBANO ECOLÓGICO.

Factores Urbanos. El aeropuerto se localiza en el Municipio de Xonacatlan, el cual Colinda al norte con Otzolotepec, al sur con Lerma, al este con Lerma y al Oeste con Otzotepec.

La población que directamente se vería afectada por el aeropuerto se muestra en las siguiente tabla:

<i>Año</i>	<i>Habitantes</i>
1970	15,237
1980	19,546
1990	28,837
%80/70	2.52 %
%90/80	3.97 %

(Referencia 4)

La tabla anterior refleja un significativo aumento de la tasa de incremento poblacional que ha modificado el perfil demográfico del municipio, y en el último decenio, es superior a al que se registro a nivel estatal, frente a una tasa bastante menor a la del Estado en la década de los 70s. La explicación del poco incremento de población se da por el hecho de la muy débil corriente migratoria en el municipio.

Con respecto a la actividad económica de las personas que viven en el municipio, se tiene que de acuerdo con la información del Censo económico de 1988, se encontraban operando a esa fecha 356 unidades económicas en el municipio; sin embargo, dicha información no incluye los sectores agrícola, de servicios financieros y gubernamentales. La fuerza de trabajo ocupada en las unidades censadas ascendió a 648 personas distribuidas en 3 sectores de actividad: 91 en manufacturas, 411 en comercio y 182 en servicios. Las cifras y su distribución porcentual reflejan la importancia del sector agrícola en el municipio.

La distribución ocupada por sectores de actividad económica revela una estructura porcentual diferente a la del promedio del estado. En el municipio las actividades industriales tienen una mayor importancia en relación con la distribución obtenida para el estado.

Necesidad de expropiaciones en terrenos agrícolas. La expropiación de los terrenos requeridos con una superficie del orden de 270 Ha. La gran mayoría de los terrenos que serían expropiados son actualmente de cultivo de temporal, con un régimen de propiedad ejidal, particular o municipal.

Modificaciones importantes en el uso del suelo circundante. Con la ampliación del aeropuerto de Toluca se tendría un cambio en las actividades económicas que realiza la población cercana al aeropuerto, que Como se puede apreciar en la siguiente tabla la ocupación de un alto porcentaje de los terrenos del municipio son de uso agrícola.

La distribución del uso del suelo del municipio se presenta en el siguiente cuadro:

	<i>Superficie</i>	<i>Agrícola</i>	<i>Pecuario</i>	<i>Forestal</i>	<i>Urbano</i>	<i>Otros</i>
Hectáreas	3.287	1.879	94	646	194	474
%	100.00	57.18	2.85	19.65	5.89	14.73

(Referencia 4)

* Otros agrupa el uso industrial, cuerpos de agua y suelo erosionado.

El aeropuerto al ser un polo de desarrollo provocaría un cambio radical en las actividades que realiza la población cercana. Puesto que una gran mayoría de los terrenos serían ocupados por comercios, la agricultura dejaría de ser una de las actividades principales en el municipio y el comercio y servicios pasarían a ser las principales actividades de la zona.

Se tendría que un alto porcentaje de personas llegarían al municipio y las zonas cercanas para radicar en la zona, atraídos por el progreso económico que se experimentaría en ese municipio.

Además se contempla la posibilidad de construir un gran centro comercial y un hotel, con conexión directa a la terminal de pasajeros. El cual atraería a gente de los alrededores a visitar la zona.

Y si se construye la terminal de transporte masivo que permitirían en el largo plazo conectar al aeropuerto con la Ciudad de México cuando la demanda lo justifique, que sería de gran beneficio para la comercialización.

Provocaría que la zona industrial que se encuentra cercana al aeropuerto tuviera un notable crecimiento al disponer de una terminal cercana a sus instalaciones.

Mejoras a la vialidad. Por el aumento de las pasajeros y visitantes al aeropuerto se requiere una mejora notable en la vialidad de entronque del aeropuerto a la autopista México-Toluca, además se tendría un aumento en los servicios de agua potable, energía eléctrica y comunicaciones en la zona.

Riesgos de accidentes. Al estar el aeropuerto en una zona rural alejada del centro urbano de la Ciudad de Toluca, la posibilidad de que se produzca un accidente que pueda ocasionar una gran catástrofe es mínimo en comparación con el riesgo que se corre en la ciudad de México.

factores ecológicos. Al tenerse que las tierras que se utilizarían para la ampliación del aeropuerto de Toluca, son tierras agrícolas, el daño ecológico a la flora y la fauna que pueda ocurrir por el cambio del uso del suelo es mínimo.

El principal problema ecológico que se puede presentar es el de generación de ruido y gases en las poblaciones cercanas

Pero la posición del aeropuerto y la orientación de las pistas son tales, que las zonas afectadas por el ruido se encontrarían alejadas de las zonas más urbanizadas. En consecuencia, las perturbaciones correspondientes serían relativamente reducidas.

El número de habitantes por el ruido sería aproximadamente de:

142,194 en el nivel sonoro Ldn 75 superficie 4,464 ha.

473,099 en el nivel sonoro Ldn 65 superficie 19,198 ha.

Con respecto a la contaminación ambiental de gases que provocaría el aeropuerto es mínima en comparación con los demás focos contaminantes de la región.

4.3 PROYECTO TEXCOCO.

4.3.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERATIVO

PUNTO DE VISTA DEL PASAJERO

Mejoraría notablemente en el nivel de servicio prestado. Al aumentar la capacidad de las instalaciones, los pasajeros dispondrían de más áreas en la cual podrían transitar y esperar los vuelos con lo que se evitarían las molestias que existen en la actualidad de saturación de salas de espera para las horas pico. Se aumentarían las rutas aéreas con lo cual los pasajeros dispondrían de una mayor variedad de opciones.

Si mantuviera en funcionamiento el aeropuerto actual, podrían presentarse confusiones de los pasajeros, en lo referente a donde tendrían que acudir para tomar un vuelo, lo cual si no se controlada con una información adecuada, causaría mucho malestar entre los pasajeros.

Un recorrido muy corto Ciudad-Aeropuerto (de 6 a 10 km.). Tendría un aumento muy pequeño en el recorrido Ciudad-Aeropuerto (de 6 a 10 km.), la cual colocaría a la opción Texcoco como la segunda más cercana a las instalaciones actuales, sólo después del opción ampliación (aproximadamente 4 Km. más).

Esta opción implicaría que las vías de acceso dentro y fuera de la Ciudad de México tendrían que ser ampliadas para minimizar en la medida de lo posible los problemas de tránsito que ocasionarían un aumento en el tiempo de traslado de los pasajeros a las nuevas instalaciones.

Existiría un poco de dificultad para conexiones y cambios de vuelos. En el caso de que se decidieran mantener las instalaciones actuales, se presentaría el problema de manejar simultáneamente dos aeropuertos, que debido a la lejanía de los mismos, provocaría dificultades para los pasajeros que tienen que realizar una conexión.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales y concentrar todas las operaciones en Texcoco, los pasajeros al encontrarse en un sólo aeropuerto recorrerían distancias muy cortas, lo cual no representaría problemas para las conexiones.

PUNTO DE VISTA DE LAS AEROLÍNEAS

Disminuye el rendimiento económico en la operación por competencia o por duplicidad de servicios. Si se mantuvieran los dos aeropuertos, las aerolíneas tendrían que contar con instalaciones duplicadas, lo cual provocaría un aumento en sus costos de operación.

Las operaciones mixtas en ambos aeropuertos, tendrían implicaciones para las aerolíneas que siendo tantas, sufrirían por la división en sus operaciones. Además la conexión de pasajeros entre los servicios de ambos aeropuertos, necesitaría de un exhaustivo estudio que determine que servicios podrían ser transferidos con el mínimo problema.

Una desventaja incluye la reducción en la selección de destinos disponibles en cada aeropuerto y la cantidad de competencia entre los aeropuertos del mismo sistema.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales, este problema no se presentaría, por que se tendrían todas las actividades concentradas en un sólo aeropuerto.

Se optimiza la programación de uso de sus aeronaves. Al tener una mayor capacidad aeronáutica, se podría realizar una mejor programación de los vuelos por parte de las compañías aéreas, las cuales podrían organizar sus flotas de tal forma que se aprovechara al máximo, presentándose un ahorro en los gastos de operación.

Espacio sin restricciones para el desarrollo de sus instalaciones. Las compañías aéreas contarían con una superficie tal, que les permitiría desarrollar sus instalaciones tanto para el servicio a los pasajeros (zona terminal), como para los servicios administrativos y mantenimiento de su flota aérea. Al contar con una superficie grande podrían organizarse mejor sus tareas administrativas y de mantenimiento presentándose un mejor servicio.

PUNTO DE VISTA DE LOS OPERADORES

Necesidad de duplicar actividades instalaciones y equipo con incremento en costo de operación. Si se decidiera conservar las instalaciones actuales, al tener las actividades en dos aeropuertos se tendría una duplicidad de servicios instalaciones y equipo que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además provocaría problemas en el control y supervisión de las actividades, lo que entorpecería y alentaría el funcionamiento del aeropuerto.

Si funcionara sólo el nuevo aeropuerto, al tener las actividades en un sólo aeropuerto se tendrían concentradas todas las actividades un sólo sitio, se evitaría la duplicidad de servicios que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además permitiría llevar un mejor control y supervisión de las actividades, lo que facilitaría y optimizaría el funcionamiento del aeropuerto.

Aumento de ingresos por la mayor capacidad operativa. Al contar con una mayor capacidad, se tendría que el número de pasajeros y visitantes aumentaría lo cual ocasionaría que los ingresos de los aeropuertos también aumentarían, permitiendo a los operadores de los aeropuertos contar con mayores recursos, que podrían utilizar para mejorar y modernizar las instalaciones.

Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos. Si se mantuviera en funcionamiento el aeropuerto actual, al tener dos aeropuertos el control de la conservación se llevarían a cabo en forma más costosa por la duplicidad de los equipos de conservación.

Se presentaría además problemas en la forma de coordinar la conservación en los dos aeropuertos, que al estar en lugares con características diferentes necesitarían de una conservación diferente.

Se presentaría además el problema de realizar ampliaciones y mejoras del aeropuerto actual para que resista el peso de la demanda creciente.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales, al tener un sólo aeropuerto el control de la conservación se podría llevar a cabo en forma más sencilla y económica. Al no depender de otro aeropuerto se tendría facilidad en la programación de actividades, y de los vuelos. Se evitaría también la duplicidad del equipo de conservación.

Al contar con instalaciones que fueron creadas para soportar las condiciones actuales y futuras de las aeronaves y aunado a que se realizarían con los más modernos procedimientos constructivos y con la tecnología más actual, el mantenimiento que se les daría sería mucho más económico que el que se lleva a cabo en las instalaciones actuales que fueron diseñadas para aeronaves mucho más pequeñas, que las actuales por lo cual se deterioran muy rápidamente.

4.3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA URBANO ECOLÓGICO.

Factores Urbanos. El área destinada a la ampliación del aeropuerto Internacional ocupa una porción de 4,200 ha. de la parte sur de los terrenos que pertenecen a la comisión del Ex-lago de Texcoco, abarcando además terrenos de la Empresa Sosa Texcoco.

Esta alternativa no afectaría asentamientos humanos ya existentes, ni afecta significativamente el Plan Texcoco. Supone destinar 4,000 Ha. de terrenos federales (vastos espacios de costo reducido) y 200 ha. que pertenecen a la empresa Sosa Texcoco (actualmente fuera de operación).

Por otro lado, la construcción del aeropuerto en Texcoco favorece el desarrollo de la zona del área del Lado de Texcoco, permitiendo conservar esta parte del Valle de México, como área no urbanizada, lo cual es entre otros, uno de los objetivos para la que fue creada la comisión del Lago de Texcoco. El proyecto se integra perfectamente con los planes a largo plazo de la comisión, y constituye un tapón entre el crecimiento de la mancha urbana en el este del D.F.: y las zonas agrícolas de Texcoco.

El aeropuerto permitiría utilizar los terrenos del norte del vaso de Texcoco, los cuales representan una área no aprovechada por el Plan Texcoco e inutilizable para la agricultura (suelos muy salados). Además podría apoyar a la conservación de la zona de riego si el plano de agua del Plan Texcoco alrededor del aeropuerto es realizado.

En caso de que se decidiera que abandonar las instalaciones actuales, los terrenos que hoy ocupa el aeropuerto, podrían pasar a manos de la Delegación Venustiano Carranza, la cual podría utilizarlos para áreas verdes y zonas recreativas.

Al encontrarse el aeropuerto de Texcoco a tan sólo 4 km. de la Ciudad de México, esto permitiría que se tuviera una proximidad con los principales centros generadores de pasajeros de la Ciudad. Lo que representaría una gran ventaja con respecto a la mayoría de las demás opciones.

Las zonas urbanas cercanas que sufrirían los efectos del aeropuerto serían, por parte del Distrito federal las delegaciones Venustiano Carranza Benito Juárez, Cuauhtemoc, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero. M y por parte del Estado de México los municipios Netzahualcoyolt, Chimalhuacan, Ecatepec, Texcoco y La Paz.

Si bien la población que sufriría los efectos del aeropuerto es grande, cabe hacer notar que ya un alto porcentaje de esa población se ve afectada por el aeropuerto actual, y se tendría que sólo las zonas más alejadas serían las que comenzarían a recibir los efectos provocados por la ampliación.

Con respecto a la zona del Ex-lago de Texcoco, la construcción de la ampliación del aeropuerto lograría que la zona protegiera de asentamientos humanos irregulares, los cuales ocurren mucho en esa zona.

Las principales afectaciones que tendría el aeropuerto dentro de la zona del Ex-lago de Texcoco serían las siguientes:

- ◆ Lago Texcoco Norte
- ◆ Desviación de una línea de conducción del agua potable
- ◆ Desviación del camino Peñón Texcoco
- ◆ Reubicación de la línea de alta tensión del camino Peñón Texcoco

Sosa Texcoco. Además de las afectaciones que se tendrían en la zona federal del Lago de Texcoco, el aeropuerto afectaría parte de los terrenos pertenecientes a la empresa Sosa Texcoco. El aeropuerto ocuparía aproximadamente el 12% de los terrenos de dicha empresa.

El gobierno Federal otorgó en 1944 una concesión a la empresa paraestatal Sosa Texcoco, S.A.; para explotar las salmueras alcalinas del subsuelo del vaso. El aprovechamiento se llevó a cabo mediante un campo de pozos localizados en la porción noroeste de la zona federal, donde es mayor la concentración de elementos explotables, y las salmueras se descargaban al llamado canal de sales que las conduce al tanque de evaporación solar, donde se llevaban a cabo el proceso de deshidratación.

Sosa Texcoco se dedicaba a la explotación de salmuera para la producción carbonato de sodio para la industria del vidrio fundamentalmente, pero dejó de funcionar en 1993 cuando la empresa se declaró en quiebra. Si el gobierno se decide finalmente por esta última opción tendrá que esperar a que se resuelva el conflicto laboral de Sosa Texcoco.

Según el representante legal de los 800 trabajadores de Sosa Texcoco, el dueño de la empresa, Salim Nasta, se encuentra especulando para beneficiarse de la eventual decisión del gobierno por Texcoco Centro al vender sus terrenos a precios elevados.

Salim Nasta se defiende al asegurar que la decisión gubernamental todavía no está tomada y por lo tanto no se puede asegurar que espera beneficios de la misma.

El representante legal afirma que los 800 ex trabajadores de Sosa Texcoco, quienes exigen un pago de hasta 100 millones de pesos por salarios caídos a Salim Nasta, tienen "derechos preferentes" sobre el territorio de la empresa.

La situación en que se encuentran los terrenos pertenecientes a Sosa Texcoco, representa un gran problema para el desarrollo del proyecto, puesto que no importa quien gane el conflicto laboral, los terrenos serían vendidos en un alto precio, lo cual afectaría grandemente al proyecto.

Empleos Incremento de empleos permanentes en el aeropuerto provenientes de la Ciudad durante la construcción generación de empleos temporales y aumento de los servicios de agua, electricidad y comunicaciones. Y aumenta el riesgo de asentamientos irregulares en la zona del Ex-lago de Texcoco.

Mejoras en la vialidad urbana Con respecto a la vialidad urbana se tendría una mejoría por la ampliación de la infraestructura de la Ciudad de México. La Avenida 602, la Vía Tapo y el camino Peñón Texcoco se utilizarían como principal acceso para los pasajeros que vinieran del Norte.

La avenida 602 tendría que acondicionarse creando puentes y pasos a desnivel, que permitieran un tránsito más fluido, del que existe en la actualidad, y el cual permitiría absorber el tránsito inducido por aeropuerto.

La Vía Tapo tendría que modificarse, debido a que un tramo de 2.5 Km. de longitud, está alojado en la zona federal del vaso, en el área afectada por el proyecto de ampliación y se prevé desviarla para encontrar con el anillo periférico.

El camino Peñón Texcoco tendría que ampliarse para poder absorber el tránsito provocado por el aeropuerto.

La principal vialidad de acceso para los usuarios que vengan del sur sería el periférico, el cual se tendría que prolongar hasta el camino Peñón Texcoco.

Las ampliaciones y mejoras de estas vías mejoraría notablemente el servicio de transporte terrestre en las zonas cercanas al aeropuerto. Y en caso de no realizarse producirían grandes problemas de congestión vial en la zona, los cuales provocarían grandes pérdidas de tiempo a los pasajeros.

Riesgos de accidentes La alternativa de Texcoco supone la operación simultánea de dos aeropuertos durante un periodo de al menos seis años (si se decidiera cerrar el aeropuerto actual), y esta operación simultánea de ambos aeropuertos representa un mayor esfuerzo de vigilancia y coordinación de los controladores de tránsito aéreo y por lo tanto un mayor riesgo en la operación y una probabilidad mayor de un accidente aéreo sobre la Cd. de México.

La ubicación del aeropuerto muy cerca del área metropolitana establece una coexistencia muy especial y peligrosa, por las perturbaciones que pueden ocurrir en las zonas urbanizadas durante el proceso de operación aeroportuaria, con todas sus implicaciones.

En el caso del aeropuerto actual, que se encuentra prácticamente rodeado de zonas urbanizadas, con alta densidad de población, el grado de gravedad de un accidente de aviación sería mayor que en el aeropuerto de Texcoco, donde las áreas rurales constituyen una especie de zona de protección.

Aunque la probabilidad de sufrir daños por la caída de aeronaves o de objetos que se desprendan de estas es remota, según lo demuestran las estadísticas, existe una ansiedad potencial que puede hacerse evidente en un gran número de personas, si llegara a presentarse un accidente de este tipo.

factores ecológicos. La construcción del aeropuerto provocaría que una parte de la superficie estuviera pavimentada y la demás superficie reforestada con pastos. Pero como el aeropuerto se encuentra en una zona de terrenos salinos y malos para la agricultura, en la actualidad sufre una erosión muy rápida de sus suelos, las partículas de suelo erosionadas al viajar por el viento provocan los fenómenos de tolvaneras. Al pavimentarse y reforestar se protegería los suelos de la erosión.

El problema que se podría presentar por pavimentar la zona, es la de que modificaría las condiciones de filtración del suelo, y si no se diseñara un sistema de desagüe adecuado, el cual debería ser capaz de eliminar en la forma más rápida y directa las aguas excedentes que lleguen a presentarse en la zona aeroportuaria. Este sistema debería funcionar en armonía con el sistema de obras hidráulicas, que opera la comisión del Ex-lago de Texcoco, para permitir que los mantos acuíferos se recargaran adecuadamente.

Al construir el aeropuerto se reduciría la explotación de aguas subterráneas al intercambiarlas por aguas tratadas las que actualmente se usan para el riego. Al reducir substancialmente la extracción de agua subterráneas se reduciría también la velocidad de hundimiento de los suelos. Los suelos del vaso, constituidos por una capa de 1.5 m de espesor de arcillas afectadas por secado, que descansa sobre arcillas blandas muy plásticas con altos contenidos de agua, se están hundiendo con una velocidad media de 16.9 cm/año debido a la sobre-explotación del acuífero regional. Esta velocidad se vería disminuida por la reducción la extracción de las aguas subterráneas.

Pero al subsistir el suelo natural por los materiales graduados de las pistas, calles de rodaje y plataformas se acelerada la velocidad de asentamiento paulatino del terreno, que se acentuara por la extracción de agua que se haga en las excavaciones durante el proceso de construcción para abatir el nivel freático. Este hundimiento sistemático del suelo se combinara con los hundimientos intermitentes que produzcan los impactos de las aeronaves, tanto al descender como en las operaciones de carreteo sobre las pistas.

La rectificación y encausamiento de las corrientes y la disponibilidad de vasos de almacenamiento, permitirían mejorar el manejo de las aguas y reducirían las probabilidades de que se produzcan inundaciones.

Flora y fauna. La construcción de la ampliación permitiría proteger como ya se mencionó la zona del Lago de Texcoco contra asentamientos irregulares, lo cual permitiría desarrollar sin peligros de una invasión futura los terrenos del Vaso de Texcoco para fines ecológicos. El trabajo conjunto de la comisión del Lago de Texcoco con los operadores del aeropuerto, permitiría aumentar la flora y la fauna de la zona.

Los trabajos que se contemplan en el proyecto Texcoco, harían posible regenerarse la cubierta vegetal del vaso, especialmente a base de los pastos que se adaptan a las condiciones ecológicas de esa área y algunas especies forestales dedicadas a la formación de cortinas rompevientos.

Además en la zona de reserva para la fauna silvestre se dispondría de una superficie de 200 Ha. destinada al desarrollo de bosques, matorrales y pastizales, así como un jardín botánico cuyos principales componentes serían la vegetación halofítica, la acuática y la subacuática del área, especialmente las especie que han desaparecido por falta de hábitat y las que se encuentran en peligro de extinción.

Las actividades previstas permitirían aumentar substancialmente la fauna de invertebrados nativos de esa zona, que desde la época precortesina constituyó un medio de supervivencia para la población. Los embalses perennes almacenarían agua tratada en la que progresa una vegetación acuática donde las especies como el ahuantele, el poxi, la pulga de agua, el camarion pequeño, los acociles y el chiprin, encuentran excelentes condiciones de anidamiento, así mismo, se desarrollarían algunas especies de anfibios y peces que tiene gran demanda local.

Se prevé también el aumento de las especies acuáticas y un fuerte incremento de la densidad de aves invernantes, que dispondrían de varios cuerpos de agua de gran extensión, alimento suficiente y reunirían las condiciones requeridas para el anidamiento.

El principal problema que se presentaría es el ocasionado por la presencia de las aves en la zona del vaso de Texcoco. Si bien las especies nativas se han reducido a su mínima expresión, en los meses de agosto a abril siguen llegando al área grandes congregaciones de aves acuáticas migratorias procedentes del norte. Debido a las mejoras del hábitat que se realiza la comisión del Lago de Texcoco, el número de especies ha ido en aumento hasta llegar a 68, de las cuales 13 pertenecen a los patos, 29 a las aves de ribera, 11 a las garzas, 5 a las gallinas de agua, 1 a los colimbo, 1 a los ibises y 8 especies de ambientes marinos, como pelicanos, gaviotas y golondrinas de mar.

La existencia de aves de vuelo residentes o migratorias en la zona circundante del aeropuerto internacional, constituye un riesgo para la operación de aeronaves, por la posibilidad de que las turbinas lleguen a succionar una ave lo suficientemente grande para producir la falla de los motores.

En la ampliación del aeropuerto internacional existiría un riesgo latente de esta clase accidentes por la existencia en el vaso de Texcoco de grandes parvadas de aves de vuelo de más de 500 gramos de peso, de diversas familias y especies que durante las migraciones a lo largo de nuestro territorio vuelan a diferentes alturas, así como por la introducción de nuevas aeronaves, más grandes, más potentes y más veloces y por el aumento de las operaciones de vuelo.

En caso de construirse las instalaciones en el Lago de Texcoco, se tendría que desarrollar otras zonas ecológicas que atraerán a las aves a otros sitios. Específicamente se propone la rehabilitación ecológica del Lago de Zumpango. Esta medida permitirá cumplir simultáneamente con la obligación de proteger la operación aérea del AICM, reduciendo el riesgo de impacto con aves, y con las leyes sobre impacto ambiental que actualmente existen en México.

tolvaneras. La construcción eliminaría casi por completo los problemas que se originan por las tolváneras que actualmente se provocan en esa zona las tolváneras son un importante fuentes de contaminación en el área de proyecto.

contaminación atmosférica. Se tendría un aumento en la contaminación ambiental provocada por los gases originados por las aeronaves, y el aumento del número de operaciones. Pero por la ubicación del aeropuerto alejado de centros urbanos, las zonas que podrían verse más afectadas son de uso industrial (Sosa Texcoco), agrícola (Texcoco) y la reserva federal del Lago de Texcoco.

Además si se comparan las emisiones de contaminantes que se provocarían por la operación aeroportuaria, con los demás focos contaminantes, la contribución del aeropuerto es muy pequeña.

La zona que resultaría directamente afectada fuera del ámbito del aeropuerto se extiende por las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco y Gustavo A. Madero, del Distrito Federal y los municipios de Netzahualcoyotl Ecatepec y Chimalhuacán del estado de México, abarcando una superficie indefinida que puede delimitarse tentativamente en función del grado de contaminación que produciría el aeropuerto durante su operación.

Ruido. La contaminación originada por ruido para el aeropuerto de Texcoco sería aproximadamente de la misma intensidad que en el caso de la ampliación, ya que se tendría una demanda similar y las condiciones físicas de los dos lugares (altura, clima, viento, etc.) son las mismas, debido a la cercanía de los aeropuertos.

La principal diferencia radica en que al encontrarse el aeropuerto de Texcoco más alejado de la Ciudad de México, las zonas de más alto riesgo estarían situadas sobre áreas que están siendo ocupadas para usos agrícolas, forestales y industriales abarcando muy pocas áreas urbanas, con lo cual el problema de ruido a pesar del aumento en el número de operaciones sería similar y incluso menor al generado por el aeropuerto actual.

El Análisis de ruido desprende que en Texcoco el ruido afectaría cuando se terminara el aeropuerto aproximadamente 709 Ha. en la zona B y cero en la zona C.

El proyecto de Texcoco afectaría solo marginalmente si se lleva a cabo un adecuado control de asentamientos, y el de la Cd. de México para el año 2010 estaría afectando a unos 500,000 habitantes, los avances tecnológicos en los motores lograrían que este problema disminuya en la presente década, pero no desaparezca.

En las siguiente tabla se muestra el uso del suelo que se tiene en las zonas cercanas al aeropuerto:

Uso del suelo

Municipio	Agrícola (Ha)	Pecuario (Ha)	Forestal (Ha)	Urbano (Ha)	Otros (Ha)	Total (Ha)
Chimalhuacan	426	438	9	2,744	1,053	4,661
Ecatepec	1,702	117	1,890	8,612	3,228	15,549
La Paz	546	8	239	1,684	336	2,723
Netzahualcoyolt	0	0	0	5,293	1,051	6,344
Texcoco	10,708	3,619	13,556	2,175	11,751	41,869

(Referencia 4)

Las densidades que se tiene en la zona se muestran en las siguientes tablas:

Densidades poblacionales

Municipio	Densidad (Pob/km ²)	Densidad en zona urbana (Pob/km ²)	Superficie (Pob/km ²)
Chimalhuacan	5,119	8,586	
Ecatepec	7,834	14,145	155.49
La Paz	4,950	7,990	27.23
Netzahualcoyolt	19,800	28,933	63.44
Texcoco	335	5,388	418.69

(Referencia 4)

4.4 PROYECTO TIZAYUCA.

4.4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERATIVO

PUNTO DE VISTA DEL PASAJERO

Mejoraría notablemente el nivel de servicio prestado. Al aumentar la capacidad de las instalaciones, los pasajeros dispondrían de más áreas en la cual podrían transitar y esperar los vuelos con lo que se evitarían las molestias que existen en la actualidad de saturación de salas de espera para las horas pico. Se aumentarían las rutas aéreas con lo cual los pasajeros dispondrían de una mejor variedad de opciones.

Si mantuviera en funcionamiento el aeropuerto actual, podrían presentarse confusiones de los pasajeros, en lo referente a donde tendrían que acudir para tomar un vuelo, lo cual si no se controlara con una información adecuada, causaría mucho malestar entre los pasajeros.

Aumentaría considerablemente la distancia la Ciudad Aeropuerto (6 a 70 Km.). La utilización del aeropuerto de Tizayuca, provocaría un aumento de la distancia de recorrido del aeropuerto a los principales centros generadores del transporte aéreo de la Ciudad de México de 6 a 70 Km.

El aumento en cuanto al tiempo sería de un tiempo de recorrido a las instalaciones actuales de 20 a 25 minutos, a un tiempo de **unos 70 a 75 minutos**. Este aumento de distancia y tiempo ocasionaría un aumento en los costos de los pasajeros, producidos por el sobrecosto de operación de los vehículos que transportan a los pasajeros hasta el aeropuerto y por la **pérdida del tiempo en la transportación**.

La desventaja de la lejanía del aeropuerto a la Ciudad de México (en la cual los se encuentran los centros generadores de pasajeros), puede ser de mucho peso en contra de este sitio, y aunque el sitio ese puede conectar fácilmente a la autopista México-Pachuca esta sería insuficiente para aceptar el tráfico que generaría el aeropuerto, además de que al llegar a la Ciudad de México esta vialidad entra por una zona muy conflictiva en cuestión de tránsito.

Además se tendrían sobrecostos en la operación de los camiones que llevaran carga aérea hacia el aeropuerto.

Al aumentar la distancia entre la ciudad y el aeropuerto se produce un fenómeno de pérdida de un cierto porcentaje de pasajeros que dejarían de utilizar el medio de transporte aéreo.

Dificultad para conexiones y cambios de vuelo. En el caso de que se decidieran mantener las instalaciones actuales, se presentaría el problema de manejar simultáneamente dos aeropuertos, que debido a la lejanía de los mismos, provocaría dificultades para los pasajeros que tienen que realizar una conexión.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales y concentrar todas las operaciones en Tizayuca, los pasajeros al encontrarse en un sólo aeropuerto recorrerían distancias muy cortas, lo cual no representaría problemas para las conexiones.

PUNTO DE VISTA DE LAS AEROLÍNEAS

Disminuye el rendimiento económico en la operación por competencia o por duplicidad de servicios. Si se mantuvieran en funcionamiento los aeropuertos de México y Tizayuca, las aerolíneas tendrían que contar con instalaciones duplicadas, lo cual provocaría un aumento en sus costos de operación.

Las operaciones mixtas en ambos aeropuertos, tendrían implicaciones para las aerolíneas que siendo tantas, sufrirían por la división en sus operaciones. Además la conexión de pasajeros entre los servicios de ambos aeropuertos, necesitaría de un exhaustivo estudio que determine que servicios podrían ser transferidos con el mínimo problema.

Una desventaja incluye la reducción en la selección de destinos disponibles en cada aeropuerto y la cantidad de competencia entre los aeropuertos del mismo sistema.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales, este problema no se presentaría, por que se tendrían todas las actividades concentradas en un sólo aeropuerto.

Se optimiza la programación de uso de sus aeronaves. Al tener una mayor capacidad aeronáutica, se podría realizar una mejor programación de los vuelos por parte de las compañías aéreas, las cuales podrían organizar sus flotas de tal forma que se aprovechara al máximo, presentándose un ahorro en los gastos de operación.

Espacio sin restricciones para el desarrollo de sus instalaciones. Las compañías aéreas contarían con una superficie tal, que les permitiría desarrollar sus instalaciones tanto para el servicio a los pasajeros (zona terminal), como para los servicios administrativos y mantenimiento de su flota aérea. Al contar con una superficie grande podrían organizarse mejor sus tareas administrativas y de mantenimiento presentándose un mejor servicio.

PUNTO DE VISTA DE LOS OPERADORES

Necesidad de duplicar actividades instalaciones y equipo con incremento en costo de operación. Si se decidiera conservar las instalaciones actuales, al tener las actividades en dos aeropuertos se tendría una duplicidad de servicios instalaciones y equipo que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además provocaría problemas en el control y supervisión de las actividades, lo que entorpecería y alentaría el funcionamiento del aeropuerto.

Si funcionara sólo el nuevo aeropuerto, al tener las actividades en un sólo aeropuerto se tendrían concentradas todas las actividades un sólo sitio, se evitaría la duplicidad de servicios que ocasionaría un aumento en los costos de operación de las instalaciones. Además permitiría llevar un mejor control y supervisión de las actividades, lo que facilitaría y optimizaría el funcionamiento del aeropuerto.

Aumento de ingresos por la mayor capacidad operativa. Al contar con una mayor capacidad, se tendría que el número de pasajeros y visitantes aumentaría lo cual ocasionaría que los ingresos de los aeropuertos también aumentarían, permitiendo a los operadores de los aeropuertos contar con mayores recursos, que podrían utilizar para mejorar y modernizar las instalaciones.

Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos. Si se mantuviera en funcionamiento el aeropuerto actual, al tener dos aeropuertos el control de la conservación se llevarían a cabo en forma más costosa por la duplicidad de los equipos de conservación.

Se presentaría además problemas en la forma de coordinar la conservación en los dos aeropuertos, que al estar en lugares con características diferentes necesitarían de una conservación diferente.

Se presentaría además el problema de realizar ampliaciones y mejoras del aeropuerto actual para que resista el peso de la demanda creciente.

Si se decidiera abandonar las instalaciones actuales, al tener un sólo aeropuerto el control de la conservación se podría llevar a cabo en forma más sencilla y económica. Al no depender de otro aeropuerto se tendría facilidad en la programación de actividades, y de los vuelos. Se evitaría también la duplicidad del equipo de conservación.

Al contar con instalaciones que fueron creadas para soportar las condiciones actuales y futuras de las aeronaves y aunado a que se realizarian con los más modernos procedimientos constructivos y con la tecnología más actual, el mantenimiento que se les daría sería mucho más económico que el que se lleva a cabo en las instalaciones actuales que fueron diseñadas para aeronaves mucho más pequeñas, que las actuales por lo cual se deterioran muy rápidamente.

4.4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA URBANO ECOLÓGICO.

Factores Urbanos. El aeropuerto se localiza en el Municipio de Tizayuca, el cual Colinda al norte con Tezontepec y Zapotlán de Juárez

La población actual que directamente se vería afectada por el aeropuerto se muestra en la siguiente tabla:

Año	Población	Densidad (hab/km ²)	Tasa de Crecimiento
1970	8,703	94	
1990	30,393	327	6.4

(Referencia 3)

Si junto con el aeropuerto de Tizayuca se desarrollara el Megaproyecto el cual ocuparía una extensa planicie de 15 kilómetros de ancho por 50 kilómetros de largo, en los municipios de Pachuca, Tizayuca, Tolcayuca, Zapotlán de Juárez, Villa de Tezontepec, San Agustín Tlaxiaca, Epazoyucan y Zempoala. La población de la zona aumentaría considerablemente y se *modificarían las actividades de la población actual.*

La zona rural de esos municipios alrededor de 55 mil hectáreas de cultivo y pastoreo desaparecería y su población actual será reubicada para dar paso al más ambicioso proyecto de urbanización moderna del país"

Modificaciones en el uso del suelo circundante. Actualmente los terrenos en que se construiría el aeropuerto son principalmente de uso agrícola de temporal, destacado el cultivo de cebada.

El aeropuerto además afectaría a poblaciones ubicadas en pequeños poblados de baja densidad , con mínima cantidad de construcciones.

La construcción del Megaproyecto provocaría un cambio radical en el uso del suelo el cual pasaría de ser del tipo agrícola a un uso industrial, comercial, habitacional y turístico.

El Megaproyecto en sus bases maneja desarrollar una ciudad que desde sus inicios tenga un control sobre el desarrollo urbano de la zona, puesto que sin no planea bien puede crecer sin control.

La nueva zona metropolitana que se proyecta en esas 55 mil hectáreas albergará a una población estimada entre 1.4 y 1.8 millones de personas en 290 mil hogares. Si se dejara sin control las estimaciones más optimistas indican que esta zona podría albergar a 1.4 o 4.5 millones de habitantes en 20 años, y las más pesimistas, indican que serían entre 6 y 7 millones de nuevos pobladores.

Todo se encuentra ordenado y programado de acuerdo con las necesidades del nuevo mercado: 100 hectáreas del proyecto serían destinadas para espacio vecinal o de barrio con mil 200 casas y una población de 6 mil personas; la zona residencial abarcaría 2 kilómetros cuadrados del proyecto, para 5 mil viviendas y 25 mil personas. La comunidad, o módulo residencial, es la unidad de planificación más grande del proyecto y consta de cuatro a ocho residencias.

En el proyecto se planean ocho zonas residenciales y cada una ocupará una superficie de 4 mil hectáreas para albergar a 40 mil familias, con una población calculada en 200 mil personas.

La concepción de la nueva ciudad, es integral, por lo que se ha planeado su culminación en un plazo de 20 a 25 años.

El aeropuerto también afectaría indirectamente las operaciones de la base militar Santa Lucía, debido a la cercanía de los dos aeropuertos.

Beneficio a los agricultores. El aeropuerto y el Megaproyecto se han planeado en lo que actualmente es una zona sin futuro agrícola, pues sus habitantes sólo siembran una vez al año, ya que todas las tierras del proyecto son de temporal. Como tienen tierras malas no producen lo suficiente, además de que se encuentran sujetos a las condiciones climatológicas, como las heladas, y el retraso en las lluvias.

El 60 por ciento de la extensión del proyecto está planeada sobre propiedad privada rural la cual se encuentra en manos de un grupo de pequeños propietarios, y el 40 por ciento restante, es tierra ejidal. En los ocho municipios afectados, hay 13 mil productores y se estima que habitan 40 mil familias.

El Megaproyecto no perjudicaría los pequeños propietarios y ejidatarios, sino por el contrario, el proyecto busca brindar beneficios para ellos, mejorando sus condiciones de vida. Se les comprarían las tierras y los que quieran pueden convertirse en accionistas del proyecto"

Impacto socioeconómico en zonas circundantes e incremento de persona la del aeropuerto. El aeropuerto por sí sólo, provocaría un incremento de empleos permanentes provenientes de la Ciudad y durante la construcción generación de empleos temporales.

El inicio de la construcción del aeropuerto generaría 5 mil empleos directos y 15 mil indirectos a corto plazo, a su término generará 50 mil empleos directos, más un número importante de indirectos, así como una fuerte derrama económica.

Si se construyera junto con el aeropuerto el Megaproyecto, esto provocaría un gran impacto económico sobre las poblaciones cercanas.

La construcción del Megaproyecto, cambiaría radicalmente la situación económica de la población al reconvertir sus actividades agrícolas dedicadas actualmente a la siembra de cebada y trigo de temporal, que hoy día enfrenta severos problemas de producción, costos y mercado.

La zona industrial por su estratégica posición que permitiría el desarrollo de aquellas empresas que planeen instalarse en el centro de la república, descentralizando un poco la industria, la convertiría en una área altamente competitiva con acceso al mercado más importante del país.

Los centros comerciales, de negocios y actividades recreativas necesitarían de muchísimos trabajadores para desarrollarse en marcha. Lo anterior provocaría una gran inmigración de personas hacia este lugar.

Mejoras en la vialidad. Con respecto a la vialidad de acceso esta se haría por un camino que iría al centro del aeropuerto y que entroncaría directamente con la autopista México-Pachuca. Sería necesario dotarlo de excelentes vías de comunicación que a su vez se conecten al sistema vial rápido de la Ciudad de México.

Actualmente el acceso a la Ciudad de México desde su extremo noroeste constituye un problema debido a la falta de vialidades que puedan dar solución al creciente tráfico de la zona.

El aeropuerto cuenta con una vialidad terrestre muy saturada (México-Pachuca), debido a que un gran número de personas que viven por esa zona trabajan en la Ciudad de México provocando un tránsito muy denso.

La autopista México-Pachuca cuenta actualmente el siguiente tránsito:

ESTACION	KM	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO								
		TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
MEXICO	0.00									
LIM. EDÓS. TÉRM. D.F. PPIA. MEX.	9.89									
T. DER. PIRAMIDES	26.93	33198								
VENTA DE CARPIO	27.00	29930	80.4	4.7	5.6	3.8	1.7	2.1	0.1	1.6
T. DER. AUTOPISTA MEXICO - TECAMAC (CUOTA)	37.52	15050								
X. C. SANTA MARIA AJOLUAPAN - ZUMPANGO	44.68	14997								
X. C. SANTA MARIA AJOLUAPAN - ZUMPANGO	44.68	8090	76.0	4.4	8.2	3.6	2.7	3.6	0.0	1.5
LIM. EDOS. TÉRM. MEX. PPIA. HGO.	49.25									
TIZAYUCA	52.50	6010	63.5	7.2	12.6	9.9	2.2	3.3	0.0	1.3
ENT. COLONIA	83.97	8602	74.1	4.6	9.9	3.4	2.0	2.2	0.3	3.4
ENT. COLONIA	83.97	8646	75.1	5.3	9.5	3.0	2.3	1.9	0.3	2.6
X. C. LIBRAMIENTO PACHUCA	86.50	8320								
X. C. LIBRAMIENTO PACHUCA	86.50	8343								
PACHUCA	90.00									

(Referencia 21)

El plan maestro del aeropuerto propone las siguientes acciones para poder resolver el problema del acceso al aeropuerto

- La construcción de un autopista sobre derecho de via del canal del desagüe conectando la autopista a Texcoco con la autopista federal 85.
- La ampliación de 12 kilómetros de la autopista 85 a al altura de Indios Verdes.
- La proyección de un distribuidor de tráfico entre las vías José López Portillo, autopista 85, autopista de las pirámides, Autopista Atizapan-Venta de Carpio con la autopista propuesta.
- Reubicación de la caseta de cobro Pachuca-Ecapetec.
- Así mismo se requerirá de la construcción de un entronque ferroviario entre las líneas Pachuca-Tula y Pachuca-Aeropuerto Tizayuca para poder proporcionar acceso a la red de ferrovías.
- Rehabilitación de la vía Tula-Pachuca-México para operar automóviles de hasta 130 toneladas métricas.
- Operación de trenes unitarios con tracción diesel sobre la línea doble electrificada México-Queretaro, para evitar los costos de un doble intercambio de locomoción y para permitir un servicio más fluido.

Se propone también la construcción de una vía de acceso semejante al metro que serviría como puente de enlace entre el aeropuerto de Tizayuca y la Ciudad de México, la cual se encontraría ubicada en la estación Buenavista con lo que se aprovecharía la infraestructura existente en ese lugar. El sistema funcionara a base de trenes ligeros de alta velocidad que no tendrían escalas y sólo llevarían a las personas que se dirigieran al aeropuerto.

Todas estas opciones propuestas requerirían de una gran inversión, la cual ocasiona que el costo del proyecto sea excesivamente alto.

Cambio del uso del suelo por reubicación de la base Militar Santa Lucia. La base Militar de Santa Lucia podría ser cancelada, ya que habría interferencia en los procedimientos aéreos de ambas instalaciones con la consiguiente necesidad de construir una nueva base en otro sitio con un alto costo.

La distancia que separaría a la base aérea del aeropuerto de Tizayuca, es de aproximadamente 25 Km. separación que no es suficiente para considerar la operación de cada aeropuerto en forma independiente puesto que los procedimientos de uno invaden al espacio del otro.

Adicionalmente la cercanía de ambos aeropuertos podría generar interferencia entre las comunicaciones civiles y las militares y la posibilidad de confusión de instalaciones bajo condiciones climatológicas severas.

En conclusión la operación simultánea de los aeropuertos Base Aérea Militar de Santa Lucia y el de Tizayuca, traería como consecuencia la operación restringida de cuando menos uno de ellos, o bien la operación de ambos con su capacidad disminuida por la utilización de un espacio aéreo compartido; En tales circunstancias la decisión de construir un nuevo aeropuerto en Tizayuca deberá incluir la decisión de reunificar la base militar con el objeto de asegurar la operación del nuevo aeropuerto sin restricciones que afecten la capacidad de su espacio aéreo y de su sistema de pistas.

Factores ecológicos. Al tenerse que las tierras que se utilizarían para la ampliación del aeropuerto de Tizayuca, son tierras en su gran mayoría agrícolas, el daño ecológico a la flora y la fauna que pueda ocurrir por el cambio del uso del suelo es mínimo.

El principal problema ecológico que se puede presentar es el de generación de ruido y gases en las poblaciones cercanas

Pero la posición lejos de área densamente pobladas, las zonas afectadas por el ruido se encontrarían alejadas de las zonas más urbanizadas. En consecuencia, las perturbaciones correspondientes serían relativamente reducidas.

Pero si se desarrollara el Megaproyecto, existiría un gran número de personas viviendo alrededor del aeropuerto, por lo cual sería necesaria que se planeara muy bien el uso del suelo que se tendría en la zona, procurando que la zona industrial quedará junto al aeropuerto.

4.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR PROPUESTA

En la siguientes tablas se resumen los resultados del análisis de las cuatro propuestas:

Factores operativos:

Punto de vista de los pasajeros

	AMPLIACIÓN	TEXCOCO	TEXCOCO AICM	TIZAYUCA	TIZAYUCA AICM	TOLUCA
Distancia a los centros generadores	4 Km	8 Km	8 Km	75 km	75 Km	52 Km
Nivel de servicio	Se mejoraría notablemente	Se mejoraría notablemente	Se mejoraría notablemente	Se mejoraría notablemente	Se mejoraría notablemente	Se mejoraría notablemente
Conexiones y cambios de vuelo	Fáciles	Fáciles	Difíciles	Fáciles	Difíciles	Difíciles
Costos de traslado	Bajos	Bajos	Bajos	Altos	Altos	Altos
Tiempos de vuelo	15 a 20 minutos	20 a 30 minutos	20 a 30 minutos	1 hora y cuarto	1 hora y cuarto	1 hora

Punto de vista de las aerolíneas

	AMPLIACIÓN	TEXCOCO	TEXCOCO AICM	TIZAYUCA	TIZAYUCA AICM	TOLUCA
Rendimiento económico por operación de instalaciones	Economía en la operación de un solo aeropuerto	Economía en la operación de un solo aeropuerto	Disminuye el rendimiento económico por la operación de dos aeropuertos	Economía en la operación de un solo aeropuerto	Disminuye el rendimiento económico por la operación de dos aeropuertos	Disminuye el rendimiento económico por la operación de dos aeropuertos
Rendimiento de las aeronaves	Igual al actual	Igual al actual	Igual al actual	Igual al actual	Igual al actual	Bajaría debido a la altitud del aeropuerto
Programación de vuelos	Simple	Simple	compleja	Simple	compleja	compleja
Espacios para su desarrollo	Amplios	Amplios	Amplios	Amplios	Amplios	Amplios
Oposición de al traslado a las nuevas instalaciones	No habría	No habría	habría a un poco de problemas	Habría una fuerte oposición	Habría una fuerte oposición	Habría una fuerte oposición

Punto de vista de los operadores

	AMPLIACIÓN	TEXCOCO	TEXCOCO AICM	TIZAYUCA	TIZAYUCA AICM	TOLUCA
Rendimiento económico por operación de instalaciones	Economía por concentración de la operación en un solo aeropuerto	Economía por concentración de la operación en un solo aeropuerto	disminuye por la Necesidad de duplicar actividades, instalaciones y equipo	Economía por concentración de la operación en un solo aeropuerto	disminuye por la Necesidad de duplicar actividades, instalaciones y equipo	disminuye por la Necesidad de duplicar actividades, instalaciones y equipo
Ingresos	Aumento de ingresos por una mayor capacidad operativa	ingresos por una mayor capacidad operativa	ingresos por una mayor capacidad operativa	ingresos por una mayor capacidad operativa	ingresos por una mayor capacidad operativa	ingresos por una mayor capacidad operativa
Conservación de las Instalaciones	Se optimizan las facilidades por conservación , al tener un solo aeropuerto	Se optimizan las facilidades por conservación, al tener un solo aeropuerto	Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos	Se optimizan las facilidades por conservación , al tener un solo aeropuerto	Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos	Se incrementan los gastos de conservación en dos aeropuertos
Gastos de los empleados, del aeropuerto	Iguals a los actuales	Aumentan un poco, con respecto a los actuales	Aumentan un poco, con respecto a los actuales	Se incrementan mucho, con respecto a los actuales, debido a la distancia de los dos aeropuertos.	Se incrementan mucho, con respecto a los actuales, en el caso de que los empleados fueran trasladados a Tizayuca	Se incrementan mucho, con respecto a los actuales, en el caso de que los empleados fueran trasladados a Toluca

Factores urbano ecológicos:

Factores urbanos

	AMPLIACIÓN	TEXCOCO	TIZAYUCA	TOLUCA
Uso del suelo	Zona de protección ecológica zona urbana	Zona de protección ecológica zona de uso industrial	zona agrícola	zona agrícola
Expropiación de terrenos	Zona del Proyecto Ex-lago de Texcoco 45 Ha. de zona urbana	Zona del Proyecto Ex-lago de Texcoco Empresa Sosa Texcoco	Zona agrícola una pequeña zona urbana	Zona Agrícola Modificación de la base aérea de Santa Lucía
Población reubicada	3,500	cero	30 familias	50 familias
Impacto socioeconómico en las zonas circundantes	Incremento de empleos temporales y permanentes	Incremento de empleos temporales y permanentes	Incremento de empleos temporales y permanentes	Incremento de empleos temporales y permanentes
Mejoras a la Vialidad de Acceso	Avenidas 602 Via Tapo Periférico	Avenidas 602 Via Tapo Periférico Camino Peñón Texcoco	Carretera México Pachuca Carretera México Tizayuca	Carretera Toluca-Naucalpan Carretera México Toluca
Infraestructura urbana	Mejoras y ampliación de los servicios de agua, electricidad y comunicaciones	Mejoras y ampliación de los servicios de agua, electricidad y comunicaciones	Mejoras y ampliación de los servicios de agua, electricidad y comunicaciones	Mejoras y ampliación de los servicios de agua, electricidad y comunicaciones
Riesgos de catástrofes por accidentes	Altos, por la gran población cercana al aeropuerto	Altos, por la gran población cercana al aeropuerto	bajos, por la poca población cercana al aeropuerto	bajos, por la poca población cercana al aeropuerto

Factores ecológicos

	AMPLIACIÓN	TEXCOCO	TIZAYUCA	TOLUCA
Ecosistema del área cercana al aeropuerto	regeneración las condiciones actuales del área de tolveneras y depósitos de aguas negras	regeneración las condiciones actuales del área de tolveneras y depósitos de aguas negras	Al tenerse que los terrenos donde se localizaría el aeropuerto son de uso agrícola, no se presentarían afectaciones al ecosistema de la región	Al tenerse que los terrenos donde se localizaría el aeropuerto son de uso agrícola, no se presentarían afectaciones al ecosistema de la región
Flora y fauna	Si las autoridades del aeropuerto y las de la comisión del Ex-lago de Texcoco crean programas de protección, la flora y la fauna tendrán una magnífica zona para desarrollarse e incrementarse.	Si las autoridades del aeropuerto y las de la comisión del Ex-lago de Texcoco crean programas de protección, la flora y la fauna tendrán una magnífica zona para desarrollarse	Por el uso del suelo agrícola, no se afectará a especies animales o vegetales.	Por el uso del suelo agrícola, no se afectará a especies animales o vegetales.
Ruido	Aumentan los niveles de ruido, pero las zonas críticas se alejan a terrenos de uso forestal, agrícola y industrial	Aumentan los niveles de ruido, pero las zonas críticas se alejan a terrenos de uso forestal, agrícola y industrial	Al estar el aeropuerto en una zona con una densidad de población baja, las personas que se afectarían por el ruido, serían muy pocas.	Al estar el aeropuerto en fuera del área urbana de Toluca, ocupando una zona con una densidad de población baja, las personas que se afectarían por el ruido, serían muy pocas.
Contaminación ambiental	Generación considerable de contaminación de gases en las poblaciones cercanas. Pero por la localización del aeropuerto las zonas críticas estarían ocupadas para usos forestales, agrícolas y industriales	Generación considerable de contaminación de gases en las poblaciones cercanas. Pero por la localización del aeropuerto las zonas críticas estarían ocupadas para usos forestales, agrícolas y industriales	Generación considerable de contaminación de gases en las poblaciones cercanas. Pero Al estar el aeropuerto en una zona con una densidad de población baja, las personas que se afectarían serían muy pocas.	Generación considerable de contaminación de gases en las poblaciones cercanas. Pero Al estar el aeropuerto en fuera del área urbana de Toluca, ocupando una zona con una densidad de población baja, las personas que se afectarían serían muy pocas.

Factores de costos:

Factor costo inversión

OPCIÓN DE SOLUCIÓN	COSTO TOTAL APROXIMADO EN MILLONES DE DOLARES
AMPLIACIÓN	1,100
TEXCOCO	2,000
TIZAYUCA	3,500
TOLUCA	800

Costo anual de transportación de Pasajeros
(en millones de pesos)

OPCIÓN	Distancia centro generador (KM.)	Costo PAX transportados (\$)	50 millones de Pasajeros (Millones de pesos)
AMPLIACIÓN	10	20	1,000
TEXCOCO	14	28	1,400
TIZAYUCA	75	150	7,500
TOLUCA	52	104	5,200

Se considera un costo pasajero Km de \$ 2.00 para todas las opciones.

ELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN DE SOLUCIÓN

Después de analizar y comparar las diferentes propuestas de solución al problema de transporte aéreo en la Ciudad de México, se llegó a las siguientes conclusiones.

TOLUCA

El aeropuerto de Toluca se *descarta* como primera opción debido a lo siguiente:

- 1) La distancia a los centros generadores es excesiva.
- 2) Los costos adicionales de transporte terrestre superan los ahorros en construcción.
- 3) La mayor altura sobre el nivel del mar afectaría a las rutas largas.
- 4) Existe una fuerte oposición de las compañías aéreas principalmente las extranjeras de trasladarse a Toluca, lo que puede traer grandes problemas políticos.

TEXCOCO

El aeropuerto de Toluca se *descarta* como primera opción debido a lo siguiente:

- 1) Recorrido adicional que afectaría los costos de transporte terrestre a los usuarios.
- 2) Se desplaza el centro de trabajo de personal aeroportuario.

- 3) En el caso de que opere junto con el aeropuerto actual, existirían problemas operaciones por la cercanía de los dos aeropuertos.
- 4) En caso de que solo funcionara el aeropuerto de Texcoco, no se aprovecharían las instalaciones actuales.

TIZAYUCA

El aeropuerto de Tizayuca se **descarta** como primera opción debido a lo siguiente:

- 1) La distancia a los centros generadores es excesiva
- 2) Los costos adicionales de transporte terrestre superan los ahorros en construcción.
- 3) Tendría que realizarse una gran inversión para acondicionar las vías terrestres para poder soportar el tráfico provocado por el aeropuerto.
- 4) Existiría una fuerte oposición de las compañías aéreas principalmente las extranjeras de trasladarse a Tizayuca, lo que puede traer grandes problemas políticos.
- 5) Se desplaza el centro de trabajo de personal aeroportuario.
- 6) En caso de que sólo funcionara el aeropuerto de Tizayuca, no se aprovecharían las instalaciones actuales.

AMPLIACIÓN

La ampliación se considera **la opción más viable** para realizarse debido a lo siguiente:

- 1) El recorrido terrestre desde el centroide es prácticamente es igual al actual.
- 2) Se conserva la localización del centro de trabajo.
- 3) Se aprovechan en gran medida lo construido a la fecha.
- 4) Se armoniza con el Plan del Ex-lago de Texcoco. Protegiendo la zona contra futuras invasiones.
- 5) Ventaja de comodidad para los usuarios.
- 6) Concorre a evitar la conturbación.
- 7) Permite la operación de las pistas nuevas y las actuales durante el proceso de desarrollo.
- 8) No existirían problemas con las aerolíneas, debido a que estarían trabajando en las mismas instalaciones.

De lo mencionado anteriormente se considera que la ampliación de las instalaciones actuales, es la opción más viable. En el siguiente capítulo se desarrollara lo que a nuestro juicio debería ser el Plan Maestro a seguir para el desarrollo de la ampliación.

CAPÍTULO V

ESTRATEGIAS A SEGUIR



OBJETIVO

El presente capítulo tiene como finalidad presentar el plan maestro del "proyecto ampliación". En el capítulo se indicarán las etapas y la forma en que podría ir desarrollándose las instalaciones, se mencionarán además las posibles modificaciones que se deberían de realizar en las vialidades urbanas, la forma en que se podría realizar el financiamiento y las modificaciones que realizarían las líneas aéreas en lo referente a sus rutas aéreas.

5.1 Horizonte de Proyecto.

Para poder planear en forma óptima el crecimiento de las instalaciones aeroportuarias, se pueden establecer horizontes a corto, mediano y largo plazo. Los cuales servirán para planear el futuro crecimiento de las instalaciones. Estos horizontes de proyecto están determinados principalmente por la demanda futura que se presentara en la zona metropolitana, la cual se explicara más adelante como se obtuvo.

El horizonte a corto plazo ha considerado una demanda de 20 millones de pasajeros por año. Esta demanda se piensa que ocurriría a principios del próximo siglo. Durante este periodo el principal objetivo que se debe tener debe estar encaminado a satisfacer la demanda que se presente en esas fechas, por lo cual se realizaran las acciones pertinentes y urgentes que permitan mantener en condiciones óptimas de operación y seguridad.

Además en este periodo se comenzarán a construir las instalaciones que permitirán satisfacer la demanda que se presentara en el mediano plazo.

El horizonte a mediano plazo ha considerado una demanda de 30 millones de pasajeros por año. Esta demanda se piensa que ocurriría aproximadamente en el 2015 - 2020. Durante este periodo el principal objetivo que se tendrá es de construir el resto de las instalaciones que permitirán el desarrollo máximo del aeropuerto.

El horizonte a largo plazo ha considerado una demanda de 70 a 80 millones de pasajeros por año. Valor que en principio podría parecer exagerado si no se toma cuenta que se está tratando de la solución para el aeropuerto de la Ciudad con mayor población mundial, esta demanda se piensa que ocurriría aproximadamente en el 2035 - 2040 . Durante este periodo las nuevas instalaciones alcanzaran su capacidad máxima, por lo cual sería necesario planear las acciones que se deben realizar en esas fechas, con el fin de evitar problemas de saturación.

Una vez alcanzada la capacidad máxima de las nuevas instalaciones se piensa que para esa fecha ya estarían de desarrollados de una manera idónea los aeropuertos cercanos a la Ciudad de México, por lo cual se podría realizar un sistema aeroportuario metropolitano que permitiera distribuir la demanda aérea entre todos los aeropuertos, con lo que se tendría una descentralización de las operaciones. Aunque esto se ha venido planeado desde la década pasada, por las condiciones que tienen los aeropuertos cercanos no se puede realizar hoy en día, pero en el futuro se piensa que si se pudiera lograr.

5.2 ETAPAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

Para la determinación de las etapas de diseño y construcción debemos determinar la capacidad que se tendría en cada una de ellas.

Como se explicó en el capítulo uno cualquier análisis de capacidad de aeropuertos, siempre deberá tener en cuenta y estar referido a los siguientes elementos:

- a) El volumen de la demanda esperada y el periodo durante la cual se pretende satisfacerla.
- b) El nivel de calidad de servicio que se pretenda ofrecer al usuario
- c) El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

Sobre el primer punto no es posible dejar de enfatizar la importancia de contar con una metodología adecuada que permita conocer con certeza los intervalos de variación de la demanda esperada. Sin embargo, tradicionalmente los diseñadores de aeropuertos han tenido muchas dificultades para conocer estos datos, puesto que la predicción de la demanda requiere de mucho trabajo de suposición, por lo que mientras más lejano sea el horizonte, mayor será el grado de incertidumbre.

Al evaluar la capacidad de un aeropuerto, se deben utilizar pronósticos a corto y mediano plazo que nos permiten tener la certeza de que nuestras consideraciones están sólidamente apoyadas en elementos conocidos. El grado de precisión en el pronóstico debe atender al hecho de que algunas instalaciones aeroportuarias requieren de largos plazos para ser puestas en operación, en tanto que otras pueden desarrollarse con mayor rapidez, de acuerdo con los cambios que la demanda pudiera imponer a las instalaciones del propio aeropuerto.

Se debe tener una planeación tal que permita una gran flexibilidad y adaptabilidad de los sistemas del aeropuerto, con el objeto de evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo permitir su adecuado y ordenado desarrollo, incluso en el caso de que se presentaran volúmenes de actividad por encima de las previsiones originales. Desde luego una planeación de este tipo, implica la necesidad de vigilar y actualizar con regularidad los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se presenten.

Con respecto al nivel de la capacidad de servicio, se debe plantear que si bien existen algunos elementos en el sistema aeroportuario que puedan operar de acuerdo en diversas normas de calidad, otros no aceptan ninguna degradación en sus normas, a riesgo de poner en peligro la seguridad del usuario, lo cual, es inaceptable.

Este grupo de elementos se relaciona principalmente con las instalaciones en el área aeronáutica y para su diseño se deben adoptar, como mínimo, las normas establecidas por la OACI, independientemente de que en algunos casos, las prácticas propias de los países puedan establecer normas más estrictas.

Con respecto al equilibrio entre los diversos sistemas y subsistemas del aeropuerto, constituye uno de los puntos más interesantes en materia de capacidad, puesto que algunas instalaciones tienen una capacidad dada, en tanto que para otras su capacidad dependerá de su adecuado dimensionamiento.

Por la dificultad que encierra el obtener los pronósticos de demanda para el transporte aéreo, debido al gran número de variables que intervienen en su cálculo, para la planeación de las etapas de diseño tomaremos las proyecciones realizadas por ASA, puesto que se considera que ellos tienen más elementos de análisis y pueden obtener un pronóstico más cercano a la realidad del que obtendríamos nosotros.

En el capítulo 2 se explicó la forma en que se obtuvieron las proyecciones de demandas futuras, las cuales como se menciono en su momento pueden variar considerablemente, pero nos sirven como referencia para poder programar la construcción de las instalaciones necesarias para un determinado tiempo.

En la siguiente tabla se mostrará la demanda de pasajeros, operaciones y carga que se espera para los próximos 20 años. Los datos consideran un escenario alto, el cual se decidió escoger para el análisis por considerar que se debe brindar al pasajero instalaciones cómodas y seguras, lo anterior se lograría sólo si se consideran las condiciones más altas de crecimiento, puesto que con esto siempre permitiría tener en casi siempre la demanda inferior a la capacidad de las instalaciones.

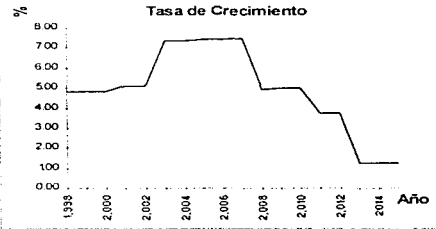
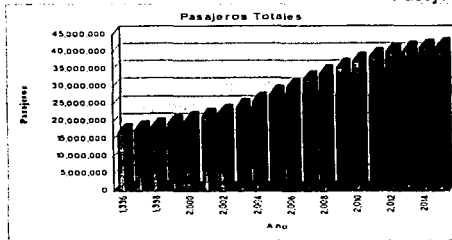
Año	Pasajeros Totales	%	Operaciones Totales	%	Carga (Ton)	%
1996	16,860,069		262,221		185,786	
1997	17,674,394	4.83	274,307	4.61	196,885	5.97
1998	18,528,574	4.83	287,015	4.63	207,169	5.22
1999	19,424,160	4.83	300,374	4.65	217,334	4.91
2000	20,368,696	4.86	314,517	4.71	226,851	4.38
2001	21,409,944	5.11	330,266	5.01	235,977	4.02
2002	22,509,821	5.14	346,982	5.05	244,759	3.72
2003	24,163,560	7.35	373,217	7.56	253,230	3.46
2004	25,947,970	7.38	401,805	7.66	261,424	3.24
2005	27,872,551	7.42	432,973	7.76	269,366	3.04
2006	29,945,091	7.44	466,931	7.84	277,079	2.86
2007	32,187,765	7.49	504,163	7.97	284,581	2.71
2008	33,785,814	4.96	529,943	5.11	291,888	2.57
2009	35,473,060	4.99	557,406	5.18	299,015	2.44
2010	37,252,844	5.02	586,655	5.25	305,975	2.33
2011	38,651,395	3.75	608,933	3.80	312,760	2.22
2012	40,107,789	3.77	632,302	3.84	319,439	2.13
2013	40,608,133	1.25	637,864	0.88	325,961	2.04
2014	41,119,657	1.26	643,604	0.90	332,355	1.96
2015	41,631,411	1.24	649,317	0.89	338,627	1.89
2016	42,143,477	1.23	655,550	0.96	344,790	1.82
2017	42,657,628	1.22	662,300	1.03	350,824	1.75
2018	43,173,785	1.21	669,600	1.10	356,683	1.67
2019	43,696,188	1.21	672,750	0.47	362,390	1.60
2020	44,224,912	1.21	681,100	1.24	367,934	1.53
Totales		4.13		4.09		2.90

(Referencia 10)

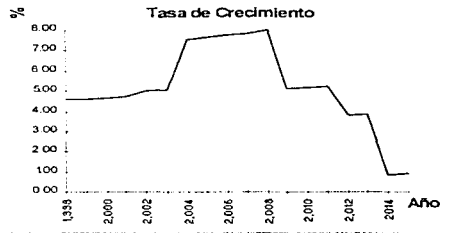
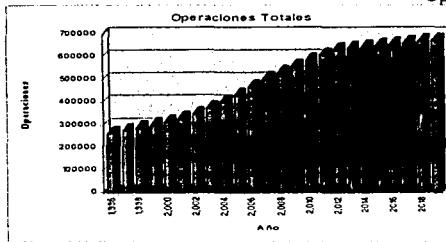
Los datos los años 1997 a 2015, se obtuvieron del documento Sistema Estadístico Aeroportuario de 1996, realizado por ASA. Los pronósticos de 2015 a 2020 se obtuvieron por medio de métodos probabilísticos (métodos de mínimos cuadrados para obtener una curva de aproximación, tomando como datos los años de 1997 a 2015 y sus respectivos porcentajes de crecimiento).

Las gráficas donde se puede apreciar el crecimiento de la demanda se presentan a continuación:

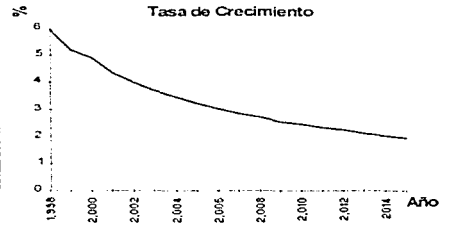
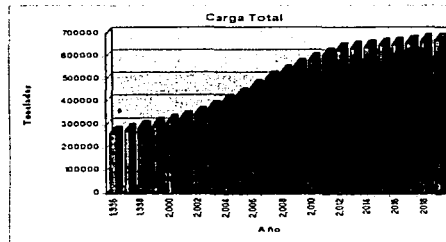
Pasajeros Totales



Operaciones Totales



Carga Total



Una vez que ya se conoce aproximadamente la demanda futura que tendría el aeropuerto para los próximos 20 años, el siguiente paso es determinar la capacidad de las instalaciones.

Como se explicó en el capítulo uno, el sistema que nos determina en un alto porcentaje la capacidad del aeropuerto es el sistema de pistas, por lo cual se considera que las etapas de diseño estarían en función del número de pistas que se construyan en cada una de ellas. En el capítulo tres se estableció la capacidad del aeropuerto para distintos configuraciones de pistas, en la siguiente tabla se muestran los resultados antes expuestos:

Configuración	Dirección del Flujo	Pistas en el AICM	Pistas en Ampliación	Capacidad (ops/h)	Capacidad media (ops/h)
A1	Noreste	2	1	85	100
	Suroeste	2	1	105	
A2	Noreste	2	2	95	114
	Suroeste	2	2	120	
A3	Noreste	0	3	105	105 a 115 (1)
	Suroeste	0	3	105 a 118 (1)	
A4	Noreste	2	3	95	114
	Suroeste	2	3	120	
A5	Noreste	0	4	95 - 120 (2)	114 a 125 (2)
	Suroeste	0	4	120 a 126 (3)	
A6	Noreste	2	4	95	114
	Suroeste	2	4	120	

(Referencia 18)

- (1) Según proporción de aterrizajes y despegues
- (2) Si se especializan las pistas con aterrizajes y despegues secuenciales
- (3) Especializándose las pistas

Se puede apreciar de los datos de la tabla anterior que utilizar las pistas actuales junto con las nuevas no proporcionaría un incremento en la capacidad media del sistema, pero conservar las pistas puede servir para un mejor control operacional, puesto que se podrían ser utilizadas por las líneas aéreas que se quedaran en el edificio terminal actual, con esto los pasajeros de esas líneas aéreas no tendrían que ser trasladados a las nuevas pistas, lo cual puede ocasionar molestias. Otro factor importante para conservar las pistas actuales sería utilizarlas a su máxima capacidad cuando las pistas nuevas pistas 05-23 estuvieran en mantenimiento. Con esto se lograría que la capacidad del sistema no disminuyera en ese lapso de tiempo.

Con los datos de la capacidad horaria se procede a calcular la capacidad de las instalaciones anuales para cada una de las configuraciones antes mencionadas.

Para encontrar la capacidad horaria se utiliza el modelo elaborado por la Dirección General de Aeropuertos (organismo perteneciente a la Secretaría de Comunicación y Transportes) a través de la Oficina de Estadística y Aforos, la cual elaboro un modelo para obtener las operaciones horarias totales en función de las operaciones anuales totales, que se presentaron en diferentes aeropuertos mexicanos y las relaciono con las operaciones totales aforadas, en estos mismos aeropuertos, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$Y = 0.0185 X^{0.65}$$

Donde:

- X = Operaciones Totales anuales
- Y = Operación Horarias Totales.

Esta ecuación es aplicable cuando:

$$OPAG(i) / OPTOT(i) < 50\%$$

Donde:

OPAG (i) = Operaciones horarias de aviación general en el año (i) de estudio
 OPTOT (i) = Operaciones horarias totales en el año (i) de estudio

Como el número de operaciones de aviación general en el aeropuerto de la Ciudad de México es muy pequeño con respecto al número de operaciones totales, la relación del cociente de los dos tipos de operaciones esta muy por debajo del 50% requerido, por lo cual se puede aplicar la formula anterior.

Como la formula anterior nos da las operaciones horarias totales y nosotros queremos obtener el número de operaciones anuales, se tiene que despejar de la ecuación anterior este último término, la ecuación despejada seria la siguiente:

$$X = (Y / 0.0185)^{1.538}$$

Las capacidades de operación anuales necesarias para cada uno de las configuraciones antes mencionadas, se mencionan en la siguiente tabla:

Configuración	Pistas en el AICM	Pistas en Ampliación	Op/año
A1	2	1	553,111
A2	2	2	676,641
A3	0	3	685,794
A4	2	3	676,641
A5	0	4	779,659
A6	2	4	676,641

(Referencia 18)

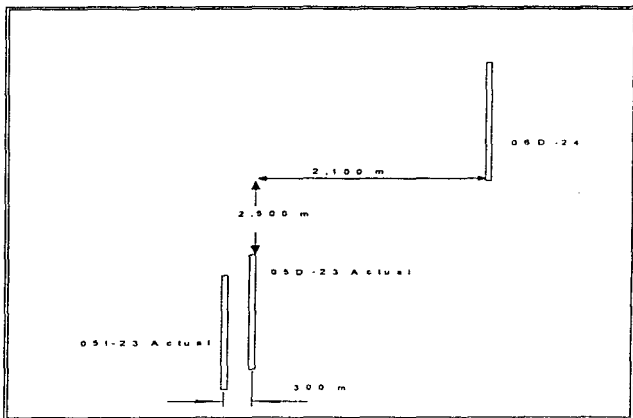
Una vez conocida la capacidad para las distintas configuraciones de pistas, podemos definir las etapas de diseño que tendría el aeropuerto. De acuerdo a los resultados de capacidad, se puede indicar que el número de etapas adecuado serian tres.

En la siguiente tabla se indican las pistas que se construirían en cada etapa:

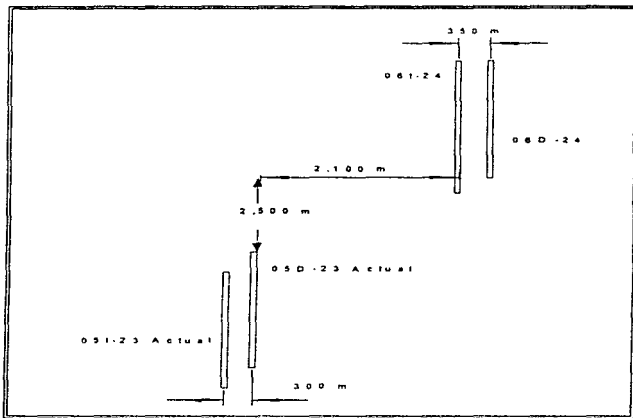
Etapas	Periodo	Pistas
1	2000 - 2005	06D - 24I
2	2015 - 2020	06I - 24D
3	2035 - 2040	05I - 23 D 05D - 23I

(Referencia 18)

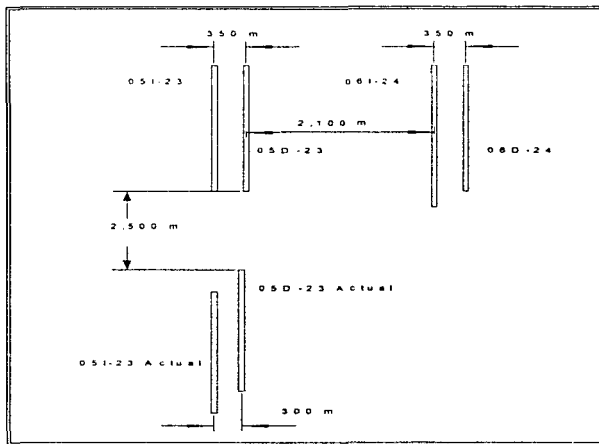
En la primera etapa consideramos que se debería construir la pista 06D-24I, por la localización que tiene esta pista con respecto a las existente, la cual permitiría utilizar simultáneamente alguna de las dos pistas actuales con la nueva pista 06D-24I. En la siguiente figura se muestra la configuración de pistas que se tendría en la primera etapa.



En la segunda etapa consideramos, que se debía construir la pista 06I-24 por la localización que tiene esta pista con respecto a las existente y a la pista 06D-23I construirá en la primera etapa. Con esta nueva pista se tendría un sistema de dos pares de pistas, los cuales podrían manejar flujos simultáneos.



En la tercera etapa consideramos que se debían construir las dos pistas restantes, por que estas pistas no podrían ser utilizadas cuando las pistas actuales estuvieran siendo utilizadas, por lo cual la construcción de estas nuevas pistas aumentaría muy poco la capacidad total del sistema.



La principal ventaja de construir estas pistas sería la de tener pistas mejor diseñadas, que pudieran brindar servicio en las nuevas instalaciones, donde se estarían concentradas un alto porcentaje de las compañías aéreas. Las pistas nuevas pasarían a ser utilizadas para un número pequeño de operaciones y uso principalmente se daría cuando las pistas 05-23 nuevas estuvieran en reparación.

Una vez que se tienen establecidas las etapas de diseño y el número de pistas que se construirían en cada una de ellas, el siguiente paso sería el de diseñar el resto de las instalaciones aeroportuarias para cada etapa.

La siguiente instalación que es importante diseñar después de las pistas, es la terminal de pasajeros. Como se mencionó en el capítulo tres existe la posibilidad de manejar una terminal centralizada, la cual se encontraría localizada en los terrenos actuales, también se podrían manejar terminales descentralizadas especializadas.

Por las características del espacio disponible, la mejor opción, sería la de manejar terminales descentralizadas especializadas tipo satélite lineal, con conexión al edificio central por medio de túneles. Se estima que el volumen máximo de pasajeros anuales que puede manejar cada modulo podría ser hasta de 10 millones por año.

El número de terminales especializadas que se podrían construir para cada etapa depende de la estrategia de traslado de las compañías aéreas a las nuevas instalaciones. Como se menciona en capítulos anteriores Con respecto a la distribución de las compañías aéreas en las nuevas instalaciones se vio la conveniencia de dividir en grupos a las líneas aéreas, para poder así diseñar el número de terminales que se utilizarían.

El número conveniente de grupos sería de cuatro, las compañías aéreas que podrían ubicarse en cada uno de los grupos es el siguiente:

GRUPO	COMPAÑÍAS AÉREAS
I	Todas las Extranjeras
II	Aeroméxico
III	Mexicana
IV	Las demás compañías mexicanas

El número de terminales que se podrían construir serían siete. Dos serían ocupadas por Aeroméxico, dos por Mexicana, una por las otras compañías nacionales y la última por las compañías extranjeras.

El traslado de las primeras compañías aéreas a las nuevas instalaciones se podría dar desde el momento que estuviera construida una pista, y sus las instalaciones complementarias tales como el edificio terminal de pasajeros, estacionamiento para automóviles, plataforma de operaciones y los diversos servicios de apoyo.

Posteriormente habrá que trasladar en forma paulatina a los operadores restantes. Esto es precisamente una de las ventajas de este proyecto sobre las opciones de solución que se plantearon a lo largo de la tesis, por que da como resultado un mejor aprovechamiento de las instalaciones actuales.

Cabe señalar que, mientras exista la división del grupo de operadores, ubicado a unos en las nuevas instalaciones y permaneciendo otros en las actuales, el funcionamiento interno del aeropuerto estará sujeto a dificultades en las conexiones de los pasajeros, problemas de traslado de equipo de vuelo y de apoyo, problemas de control aéreo, al requerir en funcionamiento dos torres debidamente coordinadas. Lo anterior permite establecer que la estrategia óptima será aquella que contemple en menor tiempo esta división, es decir, será la que indique el traslado a las nuevas instalaciones de todos los operadores en el menor lapso razonable, complementada con inversiones paulatinas y racionales en las nuevas instalaciones, y solo las necesarias en las actuales.

De acuerdo con lo anterior, se podrían tener las siguientes estrategias de traslado:

- 1) Dejar a Mexicana y Aeroméxico en las instalaciones actuales y trasladar a las demás compañías aéreas a la zona de ampliación.
- 2) Trasladar a la zona de ampliación al grupo de Aeroméxico y dejar a los demás grupos en las instalaciones actuales.
- 3) Trasladar a la zona de ampliación al grupo de Mexicana y dejar a los demás grupos en las instalaciones actuales.

Independientemente de los grupos que se trasladen ala zona de ampliación, será necesario incrementar la capacidad de las instalaciones actuales de la zona terminal para atender la demanda que se espera de los operadores para el año 2005. El análisis de estas tres últimas opciones toma en cuenta este incremento de capacidad.

Las dos primeras opciones que permiten que los elementos principales del aeropuerto permanezcan con la amplitud necesaria por un tiempo razonable prestando un nivel de servicio adecuado; además, permiten un volumen razonable de inversiones en la zona de ampliación.

Por su parte la tercera opción que establece el traslado de una demanda mayor, como es la de Mexicana, provoca una sub-ocupación de los elementos actuales durante un lapso prolongado y, consecuentemente, inversiones significativas en las nuevas instalaciones.

Adicionalmente al, ubicar en la zona al grupo de Mexicana, que tiene su base de mantenimiento en la zona actual, se ocasionarían cruces con pistas activas por el traslado de sus aeronaves entre estos dos puntos de por sí distantes, deteriorando el funcionamiento del aeropuerto e incremento los costos de operación.

De lo anterior se concluye que es preferible que permanezca el grupo Mexicana en las instalaciones y se traslade cualquiera de los otros grupos a la zona de ampliación. En virtud de lo anterior se debe eliminar la factibilidad de esta tercera opción.

Si comparamos las otras dos opciones se puede establecer que son muy semejantes; si embargo, la que plantea el traslado en primera instancia de Aeroméxico observa ciertas ventajas, dentro de las que destacan las siguientes:

- ◆ Traslado a las nuevas instalaciones de una mayor demanda que requiere prácticamente el mismo volumen de obra.
- ◆ Una mejor distribución de las operaciones al tener a los dos principales grupos (Mexicana y Aeroméxico) en instalaciones separadas.

Adicionalmente el funcionamiento del edificio terminal, plataforma y estacionamiento de automóviles de la zona actual no se vería modificada, debido a que las áreas para el proceso de pasajeros de los dos operadores nacionales se localizan en una misma zona, y que se utilizarían de inmediato. De esta forma, prevalece la mayor simplicidad de los flujos de pasajeros y equipaje de la compañía nacional que permanezca en el lugar.

Tomando como base lo anterior, en la siguiente tabla se indican el número de terminales que se podrían construir en cada etapa y quienes las utilizarían:

ETAPA	TERMINALES	COMPAÑÍAS AÉREAS
1	2	Aeroméxico
2	3	Aerolíneas extranjeras y el resto de las compañías nacionales
3	2	Mexicana

En la primera etapa se considera conveniente trasladar a las nuevas instalaciones desde el momento que esto sea posible. Esto permitiría una mejor distribución de las diferentes actividades en el aeropuerto, manteniendo la capacidad de las instalaciones en un límite razonable.

El tener una sola compañía aérea en las nuevas instalaciones evitaría problemas de administración y control para las aerolíneas. Los pasajeros conocerían de antemano a donde dirigirse para un determinado vuelo. En cambio se hubiera una mezcla de compañías en las nuevas instalaciones existirían problemas de control para las aerolíneas y para los pasajeros existirían confusiones en cuanto a la instalación donde debería tomar su vuelo.

Cuando las instalaciones actuales alcanzaran el nivel de saturación, podrían empezar a operar las instalaciones construidas en la segunda etapa. En esta etapa se considera que sería conveniente trasladar a las compañías extranjeras y al grupo de compañías mexicanas. El traslado de esta manera sería conveniente por que Mexicana dispondría del total de las instalaciones actuales, con lo cual podría realizar un mejor control de sus operaciones.

El traslado de los dos grupos antes de Mexicana se considera que es lo ideal puesto que al tener un volumen mucho menor de operaciones, su traslado podría hacerse más fácilmente, lo cual causaría muchos menos problemas, que los que existirían en caso de que Mexicana se cambiara a las nuevas instalaciones.

Por último una vez que ya están bien instaladas Aeroméxico y las compañías extranjeras, en la tercera etapa podrían trasladarse poco a poco a Mexicana a las nuevas instalaciones.

Para dimensionar las demás instalaciones se requiere de información a la que no tenemos acceso, por lo cual no realizaremos un análisis de estas instalaciones, pero para que el lector tenga una referencia de las dimensiones aproximadas que se tendrían, a continuación se mencionaran las dimensiones que se planteaban en el Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México de 1981. El cual guarda muchas similitudes con nuestra propuesta, por lo cual consideramos que las dimensiones que se plantean en él, pueden aplicarse a nuestra propuesta.

En el Plan Maestro de 1981 se planteaba la construcción de las instalaciones por etapas de la siguiente manera:

ETAPA 1

Zona actual:

- ◆ Ampliación de la plataforma de aviación comercial en 53,000 m², o bien la utilización de la plataforma de carga, o emplear en forma parcial la plataforma de la base de mantenimiento de Mexicana.
- ◆ Ampliación del estacionamiento para vehículos oficiales en 700 m².
- ◆ Ampliación del estacionamiento para vehículos de transportación terrestre en 7,500 m².
- ◆ Disponibilidad de 28 ha. para la nueva base de mantenimiento de Aeroméxico.

Zona de ampliación:

- ◆ Pista 06I-24D de 4,500 m x 45 m.
- ◆ Rodajes de 9,800 m x 23 m.
- ◆ Plataforma de aviación comercial de 227,000 m².
- ◆ Edificio terminal de pasajeros de 28,400 m².
- ◆ Estacionamiento para automóviles de los pasajeros de 85,000 m².
- ◆ Almacenamiento de combustibles de 5.8 millones de litros.
- ◆ Camino Inter-terminales de 5000 m x 8 m.
- ◆ Vialidad principal de 3,150 m x 12 m y 2,300 m x 6 m.
- ◆ Infraestructura de 7,700 m² en la zona de preparación de alimentos y oficinas de apoyo de las compañías aéreas.
- ◆ Infraestructura de 5m400 m² en la zona de mantenimiento y construcción del aeropuerto.
- ◆ Oficinas de autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación de 2,700 m².
- ◆ Estacionamiento para vehículos de transportación terrestre de 9,000 m².
- ◆ Estacionamiento para vehículos oficiales de 1,300 m².
- ◆ Infraestructura de 16,2000 m² para el estacionamiento de vehículos de los empleados.
- ◆ Infraestructura de 4,300 m² en la zona comercial y hotelera.
- ◆ Nueva torre de control.
- ◆ Edificio para el cuerpo de rescate y extinción de incendios CREI estación No. 1
- ◆ Camino de servicios a plataformas.
- ◆ Mercado Camino Peñón Texcoco de 11,200 m y lindero de aeropuerto de 22,100 m.
- ◆ Camino perimetral de 11,200 x 5m.
- ◆ Edificios de servicios.
- ◆ Redes generales.
- ◆ Redes exteriores.
- ◆ Drenaje general
- ◆ Reserva territorial de 2,265 ha.

Obras exteriores:

- ◆ Cruce de rodaje sobre trazo del Periférico de 150 m x 60 m.
- ◆ Cruce de rodaje sobre vialidad principal de 80m x 60 m.
- ◆ Acceso al aeropuerto, tramo Bordo de Xochiaca-vialidad principal de 1,500 m x 12 m.
- ◆ Acceso al aeropuerto tramo Via Tapo-vialidad principal de 2,700 m x 12 m.
- ◆ Desviación de la vía Tapo de 2,500 m x 24 m.
- ◆ Desviación de la vía férrea del sur de 14,000 m.
- ◆ Desviación del Dren Principal del Valle de 8,000 m.
- ◆ Desviación del Río Churubusco de 1,500 m.
- ◆ Afectación parcial a los canales del Lago Nabor Carrillo.

En otros aeropuertos:

- ◆ Plataforma para aeronaves de 24,000 m2.
- ◆ Edificio terminal de 300 m2.
- ◆ Estacionamiento para automóviles de 1,200 m2.
- ◆ Infraestructura para la zona de hangares de 5,300 m2.

ETAPA 2**Zona de ampliación:**

- ◆ Pista 06D-24I de 4,000 m x 45 m.
 - ◆ Ampliación del sistema de rodajes de 10,800 m x 23 m.
 - ◆ Ampliación de la plataforma de aviación comercial de 267,000 m².
 - ◆ Ampliación de la zona la terminal de pasajeros de 56,800 m².
 - ◆ Ampliación del estacionamiento para automóviles de los pasajeros de 123,000 m².
 - ◆ Ampliación del almacenamiento de combustibles de 5.8 millones de litros.
 - ◆ Plataforma de carga de 90,000 m2.
 - ◆ Rehabilitación del camino Peñón Texcoco de 6,630 m.
 - ◆ Infraestructura de 6,300 m2 para la zona de almacén de concesiones de carga aérea.
 - ◆ Camino de acceso de 750 m x 6 m a la base de mantenimiento de Aeroméxico.
 - ◆ Ampliación de 5,800 m2 de la infraestructura en la zona de preparación de alimentos y oficinas de apoyo de las compañías aéreas.
 - ◆ Prolongación de la vialidad principal de 3,400 m x 12 m y 7,650 m x 6 m.
 - ◆ Ampliación de 2,650 m2 de la infraestructura en la zona de mantenimiento y construcción del aeropuerto.
 - ◆ Edificio para el servicio de plataforma de 2,000 m2.
 - ◆ Ampliación de las oficinas de autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación de 2,700 m2.
 - ◆ Ampliación de estacionamiento para vehículos de transportación terrestre de 34,400 m2.
 - ◆ Infraestructura de 1,000 m2. para el estacionamiento de vehículos en renta.
 - ◆ Ampliación de 1,300 m2 del estacionamiento para vehículos oficiales.
 - ◆ Ampliación de 10,820 m2 de la infraestructura para el estacionamiento de vehículos de los empleados.
 - ◆ Ampliación 10,300 m2 de la infraestructura en la zona comercial y hotelera.
 - ◆ Ampliación de los edificios de servicio.
 - ◆ Ampliación de las redes generales.
 - ◆ Ampliación de las redes exteriores.
 - ◆ Ampliación del drenaje general.
-
-

Obras exteriores:

- ◆ Desviación del Río Churubusco de 3,500 m.
- ◆ Afectación parcial al Lago Churubusco.
- ◆ Afectación total al Lago recreativo
- ◆ Modificación al sistema de la planta de tratamiento de aguas negras.

En otros aeropuertos:

- ◆ Ampliación de la plataforma para aeronaves de 10,000 m2.
- ◆ Ampliación en la zona de hangares de 2000 m2.
- ◆ Plataforma para aeronaves de 142,000 m2.
- ◆ Edificio terminal de 500 m2.
- ◆ Estacionamiento para automóviles de 7,500 m2.
- ◆ Infraestructura de 52,000 m2 en la zona de hangares.

ETAPA 3**Zona de ampliación:**

- ◆ Pista 05I-23D de 4,000 m x 45 m.
 - ◆ Pista 05D-23I de 4,000 m x 45 m.
 - ◆ Ampliación del sistema de rodajes de 15,650 m x 23 m.
 - ◆ Ampliación de la plataforma de aviación comercial de 131,000 m².
 - ◆ Ampliación de la zona la terminal de pasajeros de 31,400 m².
 - ◆ Ampliación del estacionamiento para automóviles de los pasajeros de 80,000 m².
 - ◆ Ampliación del almacenamiento de combustibles de 16.6 millones de litros.
 - ◆ Plataforma de carga de 70,000 m2.
 - ◆ Ampliación de la infraestructura de 7,900 m2 para la zona de almacén de concesiones de carga aérea.
 - ◆ Ampliación del sistema vial principal en 4,200 m x 6 , 2 (1,500m x 6 m) y 2 (3,000 m x 18 m).
 - ◆ Ampliación de 19,100 m2 de la infraestructura en la zona de preparación de alimentos y oficinas de apoyo de las compañías aéreas.
 - ◆ Ampliación de 18,350 m2 de la infraestructura en la zona de mantenimiento y construcción del aeropuerto.
 - ◆ Ampliación de las oficinas de autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación de 9,200 m2.
 - ◆ Infraestructura par la base de mantenimiento de CMA de 140 m x 6 m.
 - ◆ Ampliación de la infraestructura de la base de mantenimiento de AMSA en 14,000 m x 6 m.
 - ◆ Ampliación de estacionamiento para vehículos de transportación terrestre de 30,800 m2.
 - ◆ Infraestructura de 700 m2. para el estacionamiento de vehículos en renta.
 - ◆ Ampliación de 4,600 m2 del estacionamiento para vehículos oficiales.
 - ◆ Ampliación de 55,200 m2 de la infraestructura para el estacionamiento de vehículos de los empleados.
 - ◆ Ampliación 14,800 m2 de la infraestructura en la zona comercial y hotelera.
 - ◆ Edificio de la CREI No. 2.
 - ◆ Prolongación del camino de servicios a plataformas en 3,500 m x 25 m.
 - ◆ Ampliación de los edificios de servicio.
 - ◆ Ampliación de las redes generales.
 - ◆ Ampliación de las redes exteriores.
 - ◆ Ampliación del drenaje general.
 - ◆ Estación de transportación masiva.
-
-

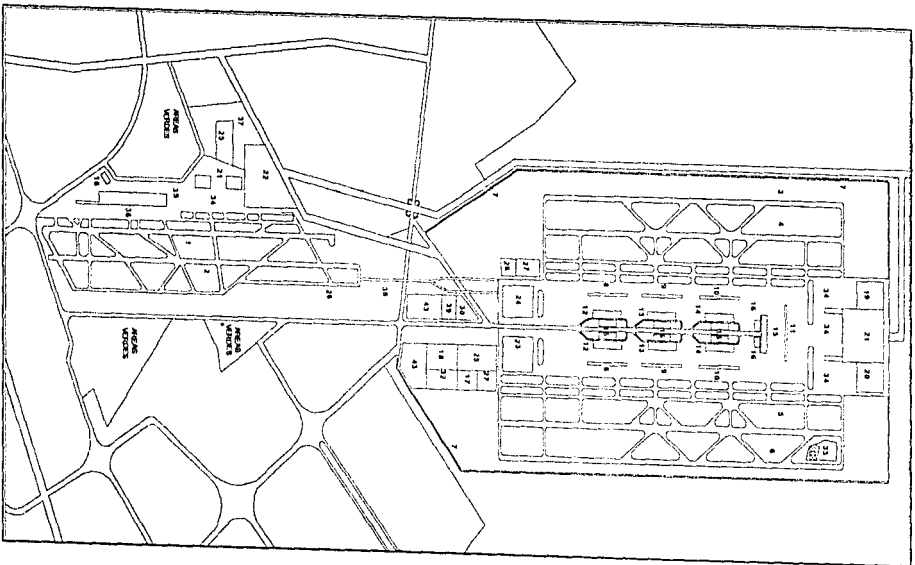
Obras exteriores:

- ◆ Desviación del camino Peñón
- ◆ Afectación total de los potreros de investigación.
- ◆ Afectación parcial al Lago de Regulación Horaria.

En otros aeropuertos:

- ◆ Ampliación de la plataforma para aeronaves de 7,500 m2.
- ◆ Ampliación en la zona de hangares de 4,200 m2.

En la siguiente figura se muestran las instalaciones finales del proyecto ampliación:



El nombre de las instalaciones que en el plano anterior se indicaron con números, a continuación se menciona en la siguiente tabla:

1. Pista 23D - 05I (Actual).
2. Pista 23I - 05 D (Actual).
3. Pista 23D - 05I (Ampliación).
4. Pista 23I - 05D (Ampliación).
5. Pista 24D - 06I (Ampliación).
6. Pista 23I - 05D (Ampliación).
7. Camino Perimetral.
8. Plataforma de operaciones de Aeroméxico.
9. Plataforma de operaciones de Mexicana.
10. Plataforma de operaciones de Compañías extranjeras.
11. Plataforma de operaciones de las demás compañías aéreas.
12. Terminal para pasajeros de Aeroméxico.
13. Terminal para pasajeros de Mexicana
14. Terminal para pasajeros de Compañías extranjeras.
15. Terminal para pasajeros de las demás compañías aéreas.
16. Estacionamiento para vehículos de pasajeros.
17. Estacionamiento remoto para automóviles de los empleados.
18. Estacionamiento para vehículos de transportación de renta y oficiales.
19. Centro de carga de Mexicana
20. Centro de carga de Aeroméxico
21. Zona de almacenamiento de carga.
22. Base de mantenimiento de Mexicana
23. Base de mantenimiento de Aeroméxico
24. Base de mantenimiento de compañías extranjeras.
25. Zona de almacenamiento de combustibles.
26. Torre de Control.
27. Edificio para el cuerpo de rescate (CREI)
28. Centro de autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación.
29. Clínica de emergencia a pasajeros.
30. Zona de mantenimiento y construcción del aeropuerto.
31. Zona comercial y hotelera.
32. Estación transportación masiva.
33. Planta de tratamiento de aguas negras.
34. Plataforma de Carga.
35. Edificio actual (remodelado y ampliado).
36. Plataforma comercial actual.
37. Instalaciones de ASA.
38. Calle de rodaje que comunica a la zona actual con la zona de ampliación.

5.3 CREACIÓN O MODIFICACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO.

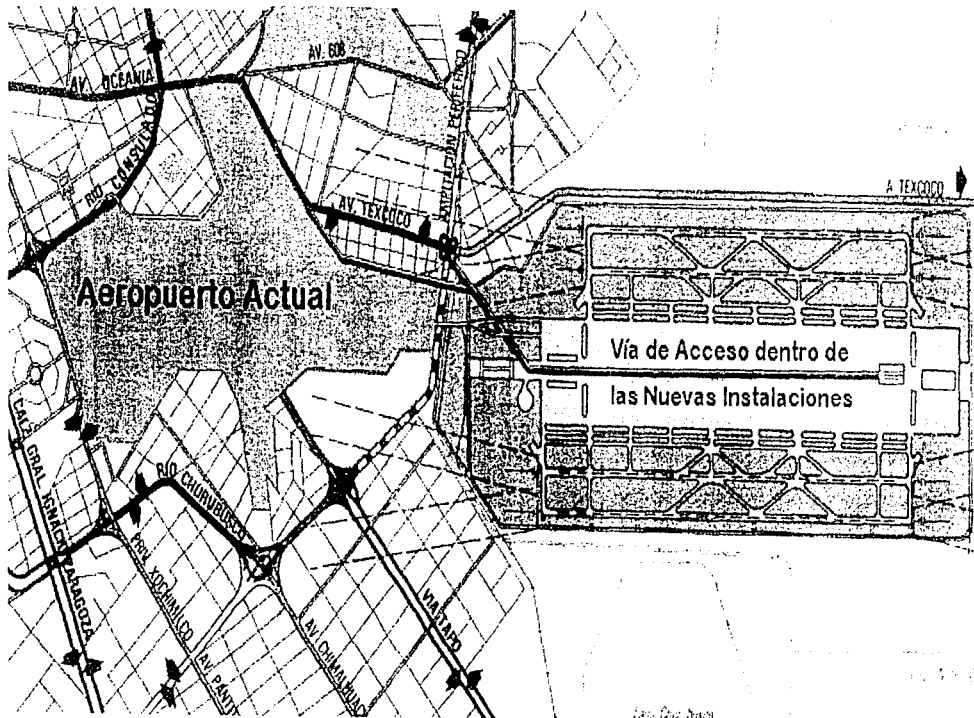
Para el diseño de la conexión entre las instalaciones existentes y las nuevas se tiene la propuesta de manejar las terminales actuales y nuevas en forma independiente, lo que origina que el traslado de los pasajeros hasta las nuevas instalaciones se realice en vehículos públicos o privados, y utilizando las avenidas Oceanía, 602 y Av. Texcoco si los pasajeros vinieran de la zona norte de la Ciudad, y si vinieran de la zona sur se utilizarían la vía tapo y el periférico, llegando a la entrada del aeropuerto se utilizarían vías de acceso construidas dentro del aeropuerto, de tal manera que se permitiera que los vehículos llegaran hasta los estacionamientos ubicados en frente de los nuevos edificios terminales

Esta solución tiene los inconvenientes de que el recorrido que se tiene que realizar para llegar a las nuevas instalaciones es muy largo, lo que provocaría mucho malestar y costos adicionales a los pasajeros. Además de que las vías de acceso que se utilizarían deberían ser ampliadas para poder recibir el tráfico adicional que provocaría el aeropuerto, teniendo que absorber estos costos el aeropuerto.

Las modificaciones que se podrían realizar a las vías de acceso serían las siguientes:

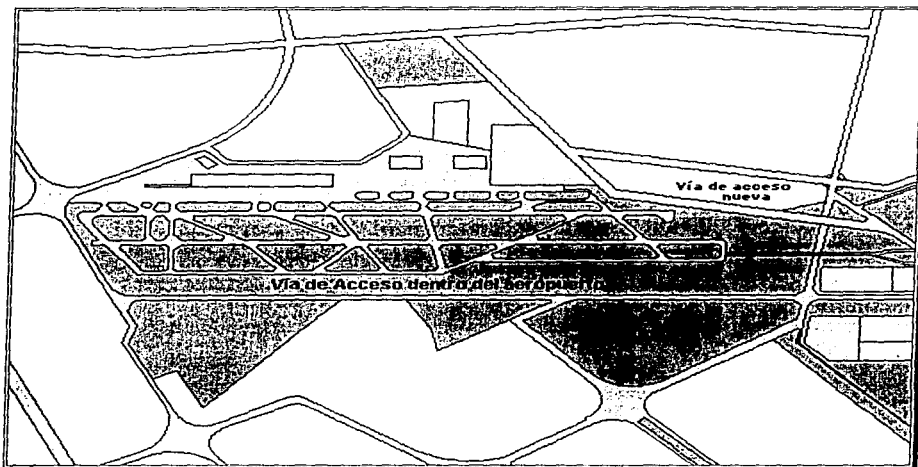
- ◆ Construcción de un distribuidor en el eje 3 norte y Avenida 608
- ◆ Construcción de un paso a desnivel de los ejes 4 y 5 norte y Avenida 608
- ◆ Mejoramiento vial en circuito interior norte y Av. Oceanía.
- ◆ Construcción de dos distribuidores ya contemplados por la línea B del metro en las siguientes intersecciones.
 - Prolongación de los ejes 4 y 5 norte y avenida central
 - Periférico norte y avenida central
- ◆ Construcción de un distribuidor en la intersección periférico oriente y la autopista Peñón Texcoco.
- ◆ Mejoramiento de la avenida Texcoco.

En la siguiente figura se muestra el esquema vial del aeropuerto:



Otra alternativa de solución complementaria a la que se acaba mencionar, sería la de construir vías de acceso dentro de la instalaciones actuales, por las cuales solo transitarían los vehículos que tuvieran como destino el aeropuerto, con esto se evitarían los problemas de tránsito que el aeropuerto ocasionaría en las avenidas que lo rodean, y no sería necesario realizar ampliaciones en esas vías, lo que llevaría a tener un gran ahorro en los costos de construcción y evitaría los posibles problemas sociales que se presentarían en caso de que fuera necesario realizar expropiaciones de terrenos.

Las vías de acceso dentro del aeropuerto, podrían combinarse con las vías de acceso de la zona urbana para poder tener un sistema terrestre muy amplio y variado. En la siguiente figura se muestra la propuesta planteada.



(Referencia 9)

5.4 COMUNICACIÓN ENTRE EL AEROPUERTO DE LA CD. DE MÉXICO Y EL COMPLEMENTARIO.

Debido a que la opción que se eligió como la más idónea fue la "Ampliación", la comunicación que tendrían las aerolíneas y los operadores entre las instalaciones actuales y las nuevas se podría llevar a cabo por medio de vías terrestres dentro de las instalaciones. Las cuales conectarían principalmente las instalaciones que se utilizarían para la administración y la operación del mismo.

El construir vías terrestre internas, permitiría agilizar las comunicaciones entre las dos instalaciones, lo cual será muy importante en las primeras etapas de desarrollo, en las se tendrá una división del tráfico aéreo, que provocará la necesidad de que las instalaciones estén perfectamente comunicadas.

Si no se construyeran estas vías internas, se deberían utilizar las externas, que además de presentar recorridos mayores, tendrían el problema del tráfico local, que alentaría mucho más la comunicación, por lo cual se considera conveniente construir las vías internas.

La posición de estas vías depende de la forma en que se construyan tanto las instalaciones de mantenimiento, administración y operación de las aerolíneas y ASA, así como también dependería de la posición que tuviera la zona aeronáutica.

Las vías deben estar diseñadas de tal forma que no entorpezcan el movimiento de las aeronaves, principalmente en la zona donde se conectarían las instalaciones actuales y las nuevas.

Estas vías además de permitir la comunicación de las líneas aéreas, también podrían ser utilizadas para toda clase de servicios, como por ejemplo el traslado combustibles, pasajeros y equipajes, etc.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta en la comunicación de las dos instalaciones, es en lo referente a las operaciones aéreas. Para este aspecto se tendría que las instalaciones estarían comunicadas por calles de rodajes que permitirían que las aeronaves se trasladaran a cualquiera de las dos instalaciones, con lo cual se permitiría que para cuando ocurriera algún problema y no se pudiera operar en una pista de alguna de las instalaciones, las aeronaves tendrían la posibilidad de utilizar las otras instalaciones para realizar sus operaciones.

5.5 MODIFICACIÓN DE LAS RUTAS AÉREAS.

La opción "Ampliación" no provocaría ningún cambio en las rutas aéreas, puesto que las aeronaves arribarían a la misma zona a la que actualmente llegan.

Solo se tendría un desplazamiento 4 Km. de la zona aeroportuaria, lo que originaría ligeros cambios en los procedimientos de aterrizaje y despegue, los cuales se consideran poco significativos para las aerolíneas.

En las siguientes figuras se muestra los procedimientos de aterrizaje y despegues que se tienen en las instalaciones actuales y los que se tendrían cuando las instalaciones de la ampliación alcanzaran su máximo desarrollo:

Esta solución presenta grandes ventajas a las compañías aéreas las cuales se mencionan a continuación:

Se mejoraría el rendimiento económico para el manejo de operaciones.

Al operar en un sólo aeropuerto, las aerolíneas podrían controlar con un sólo equipo un gran número de aeronaves, lo cual ocasionaría que los costos por operación se reducirán.

Se tendrían además ahorros en los costos de operación de las aeronaves y los equipos necesarios para atenderles , al evitar tiempos de espera para ocupar las plataformas de embarque y desembarque de pasajeros.

Se reducirían de accidentes al disponer de más y mejores instalaciones.

Se optimiza la programación de uso de sus aeronaves.

Al tener una mayor capacidad aeronáutica, se podría realizar una mejor programación de los vuelos por parte de las compañías aéreas, las cuales podrían organizar sus flotas de tal forma que se aprovechara al máximo, presentándose un ahorro en los gastos de operación.

Espacio sin restricciones para el desarrollo de sus instalaciones.

Las compañías aéreas contarían con una superficie tal, que les permitiría desarrollar sus instalaciones tanto para el servicio a los pasajeros (zona terminal), como para los servicios administrativos y mantenimiento de su flota aérea. Al contar con una superficie grande podrían organizarse mejor sus tareas administrativas y de mantenimiento presentándose un mejor servicio.

Se tendrían costos adicionales provocados por el carreteo (traslado de las aeronaves hasta la plataforma) para las aerolíneas cuando aterrizaran en el extremo de la pista más alejado de la terminal de pasajeros.

5.6 FINANCIAMIENTO.

La inversión que se tiene que realizar para la construcción de "Ampliación" de las instalaciones es muy grande aproximadamente 300 millones de dólares. Por la magnitud de esta inversión y las condiciones económicas que se viven en el país, el gobierno no puede financiar por completo esta obra, por lo cual es necesario la participación del sector privado.

El organismo que se encargara de planear la forma en que las inversiones privadas pueden participar en la construcción de la Ampliación es ASA, el cual tiene esta facultad debido a que es el organismo público descentralizado encargado de la administración y operación de toda la infraestructura aeroportuaria de México.

La participación de la inversión privada en el sector aéreo de México, es relativamente reciente, puesto que en las décadas pasadas no era permitido este tipo de inversiones, pero por los cambios que se han dado a nivel mundial, se ha observado que la participación de este tipo de capitales brinda grandes beneficios a los inversionistas y a la sociedad.

Para los inversionistas privados, las expectativas de crecimiento económico que se esperan para los próximos años, hacen al sector aeroportuario muy atractivo para los inversionistas. Los cuales tendrán muchas oportunidades de participar este sector debido a la necesidad que se tiene de modernizar y ampliar las instalaciones actuales.

Parte de la modernización involucra el hacer más eficiente la infraestructura existente, como ampliar las vías de acceso, utilizar mejores equipos de control y seguridad del tráfico aéreo, renovar los edificios terminales, estacionamientos de vehículos, construir caminos perimetrales ampliar pistas y construir bodegas y almacenes.

Se espera que la iniciativa privada se involucre principalmente en el desarrollo de nueva infraestructura. De este modo ASA contara con los recursos necesarios para la conservación de la infraestructura existente.

Pero debido a la magnitud de las obras a construir, los inversionistas privados no se atreven a invertir en este sector, pues aunque a nivel mundial garantiza muy buenas utilidades, en México se tiene mucha desconfianza, provocada por las restricciones que podría imponer el gobierno.

Para hacer atractivo al sector aeroportuario ASA ha desarrollado desde el principio de la década, esquemas de conversión que están diseñados para promover las aportaciones de capital privado en aquellas unidades de negocio en las que claramente pueden obtenerse beneficios monetarios, como son la ampliación y remodelación de la terminal de pasajeros, áreas comerciales y estacionamientos, así como en la construcción de hoteles contiguos a los aeropuertos. Esta modalidad resulta congruente con la política económica del país para abrir espacios a la inversión privada en obras de infraestructura.

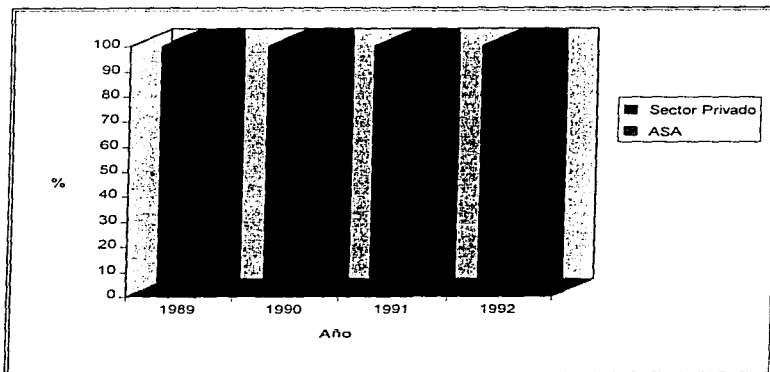
El esquema de conversión consiste básicamente en que el inversionista renta el terreno, realiza la construcción, la usufructúa y la administra por un determinado número de años, al término de los cuales las instalaciones vuelven a ser administradas por ASA. Con este esquema ASA logra conservar el manejo de actividades estratégicas (tráfico aéreo, pistas, servicios parciales de plataformas y suministro de combustibles) y a la vez promover la eficiencia en la prestación de servicios que son rentables para el sector privado.

Para asegurarse que el esquema de conversión fuera interesante para el sector privado, ASA definió las principales unidades de negocio comprendidas en la actividad aeroportuaria. De esta forma se diseñaron proyectos de conversión dentro de una o varias unidades de negocio en las que se obtienen beneficios económicos.

Es importante destacar que un principio, el arranque del esquema de conversiones fue difícil ya que no había interés en este sector, y hubo que realizar una intensa labor de promoción que permitiera ver al inversionista el potente rendimiento.

Los esquemas que se han realizado han permitido un considerable crecimiento de las inversiones privadas en el sector aeroportuario. Así por ejemplo la inversión privada creció del 3 por ciento en 1989 hasta alcanzar en 1992 el 38 por ciento de la inversión total efectuada.

En la siguiente figura se aprecia este comportamiento.



Además de los esquemas realizados por ASA; otro aspecto importante que ha fomentado el incremento de la inversión privada, son los cambios que se realizaron en 1995 en la Ley de Aeropuertos.

Esta ley establece claramente las reglas que brindan plena seguridad jurídica a la inversión privada, con sujeción a condiciones competitivas y no discriminatorias, en la construcción, explotación, operación y administración de los aeródromos civiles.

Con el propósito de mejorar el estado y funcionamiento de la red aeroportuaria, en la ley se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- ◆ Conservar, modernizar y ampliar la infraestructura aeroportuaria, elevar los niveles de seguridad; e incrementar la rentabilidad y eficiencia de la red.
- ◆ Aumentar la eficacia y mejorar la calidad de los servicios aeroportuarios, complementarios y comerciales y lograr que sean prestados de manera competitiva y no discriminatoria, en beneficio de los usuarios.

El logro de estos objetivos será posible mediante la aplicación de las siguientes acciones:

Concretar el proceso de reestructuración de la red aeroportuaria con el fin de que se logre una mayor inversión en el sistema, mediante la promoción y regulación de la participación de los particulares en la construcción y administración de aeropuertos, sobre bases de eficiencia, calidad, seguridad y competencia.

Promover y facilitar el desarrollo de la red aeroportuaria con la participación de la inversión privada, en un contexto de operación eficiente, competitiva y con vocación orientada hacia las características regionales.

Integrar, de conformidad con lo previsto por la Ley de Aeropuertos, la comisión intersecretarial que conocerá las propuestas de los interesados en obtener concesión o permiso, para emitir su opinión de acuerdo con criterios de capacidad jurídica, administrativa y financiera, a fin de asegurar que por el carácter estratégico de las instalaciones aeroportuarias su administración y explotación obedezca a criterios que fortalezcan la seguridad y soberanía nacional.

Adecuar el registro aeronáutico mexicano, a fin de llevar un apropiado control y seguimiento sobre accionistas de sociedades concesionarias; permisionarios y contratos para la prestación de servicios aeroportuarios complementarios.

El nuevo marco legal ha sido un elemento determinante para incrementar la participación del sector privado nacional en el desarrollo de infraestructura aeroportuaria, al autorizar que sus inversiones alcancen hasta un 100% de la construcción y operación en todas las unidades de negocio.

En cuanto a los inversionistas extranjeros, el esquema de ASA se sujeta a lo que estipula la Ley de Inversión Extranjera, la cual fija un tope de 49% a la participación de inversionistas extranjeros, ya sean personas físicas o morales. Aquellos casos que requieran que este porcentaje sea mayor podrán ser sometidos a la consideración de la Comisión de Inversión Extranjera.

Para la operación de la infraestructura, el marco legal no establece limitación alguna. El coinversionista es libre de operar la obra objeto, siempre y cuando no afecte la calidad del servicio al usuario.

Por último el marco legal establece que las tarifas establecidas para la prestación de un servicio a ASA, por parte de inversionistas privados se determinará al momento de firmar los convenios correspondientes, y estarán basados en los costos de capital y operación, incurridos por el inversionista. Al cabo de un cierto periodo predeterminado, estas tarifas serán revisadas para determinar su validez.

A continuación se presentan las principales unidades de negocio en la actividad aeroportuaria, señalando aquellas en las que se permite la inversión privada.

Unidad de negocio: Pistas y plataformas

Descripción	Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • la infraestructura correspondiente a pistas, rodajes y plataformas. • Los servicios de aterrizajes. • Los servicios de derecho de uso de plataforma de pasajeros y pernocta.
Se permite la participación privada:	<ul style="list-style-type: none"> • No en pistas, si en plataformas.
Posibles formas de participación:	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. • Inversión directa. • Asistencia tecnológica.

(Referencia 31)

Unidad de negocio: Servicios de rampa

Descripción	Incluye todos los servicios realizados a las aeronaves durante su estancia en plataforma: <ul style="list-style-type: none"> • Escaleras. • Montacargas. • Remolques. • Equipajes. • Carga. • Servicios de agua.
Se permite la participación privada:	<ul style="list-style-type: none"> • Si
Posibles formas de participación:	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. • Inversión directa. • Asistencia tecnológica.

(Referencia 31)

Unidad de negocio: Servicios de embarque / desembarque

Descripción	Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Aerocar. • Sala móvil. • Pasillo telescópico.
Se permite la participación privada:	<ul style="list-style-type: none"> • Si
Posibles formas de participación:	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. • Inversión directa. • Asistencia tecnológica.

(Referencia 31)

Unidad de negocio: Combustibles y lubricantes

Descripción	Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Recepción control y suministro de gas avión, Turbosina y lubricantes.
Se permite la participación privada:	<ul style="list-style-type: none"> • Si
Posibles formas de participación:	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. • Inversión directa. • Asistencia tecnológica.

(Referencia 31)

Unidad de negocio: Área comercial

Descripción	Incluye: <ul style="list-style-type: none">• El arrendamiento o concesiones de todos los locales comerciales:• Zona comercial.• Bienes raíces.• Aviación general.
Se permite la participación privada:	<ul style="list-style-type: none">• Si
Posibles formas de participación:	<ul style="list-style-type: none">• Operación.• Inversión directa.• Asistencia tecnológica.

(Referencia 31)

5.7 FORMAS DE CONCESIONAMIENTO DE AEROPUERTO.

Como se menciona en el inciso anterior la participación de la inversión privada, es de vital importancia para el desarrollo futuro de la infraestructura aeroportuaria. Por lo cual es necesario realizar el concesionamiento de algunas de las instalaciones, que se construirán o modernizarán en la Ampliación.

Las concesiones deben ser otorgadas de tal forma que garanticen conservar el manejo de los sistemas estratégicos, las pistas, las plataformas (este servicio se puede concesionar parcialmente) y el suministro de combustible. Sistemas que si no se tiene el control sobre ellos pueden afectar gravemente el funcionamiento global del aeropuerto, e incluso pueden ocasionar problemas que afecten la seguridad del país.

Los sistemas que se concesionen deben ser aquellos en los que claramente se puedan obtenerse beneficios monetarios, como por ejemplo algunas zonas no claves de la terminal de pasajeros, las áreas comerciales y estacionamientos, así como en la construcción de hoteles contiguos a los aeropuertos.

Para el caso de la Ampliación el sector privado puede participar en todas las etapas, desde el diseño de todo el aeropuerto hasta la operación de los sistemas correspondientes como se indica a continuación:

Etapa	Posible participación de la iniciativa privada.
Diseño del aeropuerto	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica especializada • Financiamiento para los estudios correspondientes.
Construcción de terminales, hangares y estacionamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión directa. • Operación de la infraestructura. • Financiamiento requerido. • Asesoría técnica especializada.
Construcción de pistas, rodajes y otros servicios de apoyo (CREI)	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión directa. • Financiamiento requerido.
Construcción de vialidades de acceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión directa. • Operación de la infraestructura. • Financiamientos requeridos. • Asesoría técnica especializada
Construcción y operación de áreas comerciales	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión directa. • Operación de la infraestructura. • Financiamientos requeridos. • Asesoría técnica especializada.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES



Durante el desarrollo de esta tesis se ha apreciado la importancia que tiene la industria aérea, la cual es una de las industrias que más beneficios producen a la economía de los países. Actualmente más de 1.25 billones de pasajeros utilizan al año a nivel mundial el transporte aéreo y se espera que para el año 2010 esta cifra supere los 2.5 billones de pasajeros.

A nivel mundial cerca de 22 millones de empleos están relacionados directa o indirectamente con esta industria produciendo ganancias de más de un billón de dólares al año. En las próximas décadas se espera que el número de empleos aumente hasta los 30 millones y se produzcan ganancias de 1.7 billones de dólares por año.

Pero todos estos beneficios no pueden llevarse a cabo si no se proporcionan los elementos necesarios para el desarrollo de esta industria. Este desarrollo solo se presentará si se realizan las inversiones necesarias para modernizar las instalaciones aeroportuarias.

Las autoridades mexicanas deben de procurar adecuar la infraestructura aeroportuaria, para afrontar las nuevas necesidades que se presentarán en el futuro, de tal manera que se tengan niveles de eficiencia en la operación dentro de los estándares internacionales.

Por los altos montos de dinero que se manejan, es necesario que el gobierno participe en forma conjunta con la iniciativa privada. Para lograr esta unión deben ofrecerse a los inversionistas privados esquemas de inversión que le garanticen que obtendrá altas utilidades.

Una parte de esta tarea ya está realizada con la Ley de Aeropuertos promulgada en 1995, la cual alienta mucho a los inversionistas privados a participar en este sector, al quitar las trabas que antes existían y que impedían y desalentaban la participación de los inversionistas privados.

Una vez que se convenga a los inversionistas a participar en la modernización de la infraestructura aeroportuaria, debe comenzarse a realizar aquellos proyectos que sean claves para el desarrollo del país.

El proyecto más importante es sin duda el relacionado con la construcción del aeropuerto complementario de la Ciudad de México, el cual por diversas razones entre las que destacan las políticas y económicas no se ha realizado.

Y aunque en este momento se tenga un crecimiento bajo en la demanda del transporte aéreo, históricamente se ha visto que este sector cuando las condiciones económicas del país están estables, tiende a crecer de una manera muy rápida. Por lo cual hoy en día que las instalaciones están cercanas a saturarse, es necesario comenzar a construir las nuevas instalaciones que servirán para absorber la demanda aérea del próximo siglo.

La solución que se construya debe ser una solución definitiva la cual garantice la operación adecuada de las instalaciones por los próximos treinta años. Ya no se deben aceptar soluciones parciales las cuales además de tener resultados muy dudosos en cuanto a su eficiencia, son muy costosas.

De las soluciones que se plantearon a lo largo de este trabajo, la opción que se considero la más idónea para ser realizada, es la Ampliación de las instalaciones actuales.

Las otras soluciones presentaban algunos problemas fueron determinantes para no ser tomadas en cuenta como la primera opción de solución.

La opción Tizayuca tiene como inconveniente principal su lejanía con respecto a los centros generados de pasajeros. Esta distancia de aproximadamente 75 Km. colocaría al aeropuerto de Tizayuca como el aeropuerto más lejano del mundo con respecto a la ciudad más próxima. En este momento el más lejano a una ciudad es el de Narita en Japón, ya que lleva más una hora y media de tiempo en autopista para llegar a Tokio.

El recorrido tan largo aumentaría considerablemente el tiempo y los costos de la transportación terrestre, lo cual puede provocar que se pierda un cierto porcentaje de la demanda, tanto nacional como extranjera, la cual no estaría dispuesta a soportar las molestias del traslado a las instalaciones aeroportuarias.

Otro problema que se presentaría por la localización del aeropuerto de Tizayuca sería el relacionado a la infraestructura terrestre, la cual tendría que ser ampliada, puesto actualmente presenta grandes problemas de tránsito, los cuales aumentarían con la construcción del aeropuerto. La inversión que se tendría que realizar para ampliar la infraestructura terrestre sería muy alta, y esto aumentara considerablemente el costo del aeropuerto.

La opción Toluca tendría también problemas relacionados con la distancia que tiene con los centros generadores de pasajeros, aunque estos serían menores a los que se tienen para la opción Tizayuca, debido a que el aeropuerto de Toluca está más cercano a la ciudad de México y la infraestructura vial que se utilizaría para conectar al aeropuerto con la Ciudad de México puede soportar el incremento de tránsito y solo se tendrían que realizar trabajos menores de remodelación.

Otro problema importante que se presentaría con la opción Toluca es el relacionado a con su altura con respecto al nivel medio del mar, la cual ocasionaría que se tuviera una disminución entre el 1 y 3 % en la carga pagada. Esta disminución ocasionaría que las compañías tuvieran pérdidas considerables en sus ingresos, por lo cual se considera que se tendría una fuerte oposición al traslado de las aerolíneas a las instalaciones de Toluca.

La opción Texcoco, tendría como principal inconveniente el costo el cual sería casi dos veces mayor al que se tendría para la opción Ampliación.

Debido a la cercanía del aeropuerto actual y el de Texcoco, se presentarían problemas en el control del tránsito aéreo, que podrían ocasionar en caso de no tener un buen control de las operaciones, que la capacidad de los dos aeropuertos fuera menor al de uno solo de ellos, por lo cual sería aconsejable abandonar las instalaciones actuales.

Si se abandonaran las instalaciones actuales se tendrían costos adicionales por la demolición de las instalaciones, además de que se desperdiciara la infraestructura actual.

Debe tomarse muy en cuenta, que si bien a nuestro juicio estas soluciones no son las adecuadas para resolver el problema que hoy se presenta en el Valle De México, podrían en un futuro ser opciones construidas, puesto que ayudarían a

descentralizar la red aeroportuaria de México, objetivo que las autoridades mexicanas desde la década pasada han tratado de realizar.

De las tres opciones mencionadas anteriormente, la única que se descartaría para ser desarrollada en un futuro sería la de Texcoco, la cual además de no presentar ventajas adicionales, no podría desarrollarse por la cercanía a la zona de Ampliación.

Por su parte si se construyera el Aeropuerto de Tizayuca y el Megaproyecto Industrial, esto ayudaría a descentralizar la industria de la Ciudad de México, lo cual no solo sería beneficio para el transporte aéreo si no que sería benéfico para todos los habitantes de la zona metropolitana del Valle de México

La construcción del Megaproyecto, cambiaría radicalmente la situación económica de la población de la población al reconvertir sus actividades agrícolas dedicadas actualmente a la siembra de cebada y trigo de temporal, que hoy día enfrenta severos problemas de producción, costos y mercado. Además de que los terrenos que se utilizarían para el proyecto es una zona sin futuro agrícola, pues sus habitantes sólo siembran una vez al año, ya que todas las tierras del proyecto son de temporal.

El aeropuerto de Tizayuca podría convertirse en la puerta de entrada y salidas de las operaciones de carga las de empresas mexicana y extranjeras, puesto que se encontraría localizado muy cerca de las principales zonas industriales que actualmente existen en el Valle de México, y junto con las industrias que se planean construir en el Megaproyecto colocarían al aeropuerto de Tizayuca como el principal aeropuerto de carga del país.

Por su parte la opción Toluca podría absorber toda la demanda que se origina de la zona industrial y residencial que existe en esa Ciudad y que actualmente utiliza otros medio de transporte. Además por la posición geográfica al poniente de la Ciudad de México, donde se ubican los hoteles y las zonas habitacionales donde se concentra un alto porcentaje de la demanda de transporte aéreo que se origina en la zona metropolitana, la cual tendría la opción de utilizar el aeropuerto de México o el de Toluca, el cual está ubicado aproximadamente a 45 minutos de la zona poniente, tiempo que puede competir, incluso con ventaja, con el actual recorrido hasta el Aeropuerto de México, sobre todo en condiciones de tráfico urbano congestionado.

Con el desarrollo de las instalaciones en Toluca las líneas aéreas internacionales podrían desarrollar nuevos planes de cobertura de centros turísticos, mediante la conexión con las líneas alimentadoras y regionales que adoptarían sus equipos, rutas y horarios para atender a los pasajeros que deseen continuar de inmediato hacia otros destinos nacionales como Cancún, Mérida, Acapulco, Ixtapa, Puerto Vallarta, Oaxaca y Huatulco.

Además en Toluca se podrían construir a costos relativamente bajas bases para las aerolíneas extranjeras las cuales les permitan controlar sus vuelos en todo el país y los vuelos al Caribe centro y Sudamérica, por lo anterior sus costos disminuirán grandemente, y con esto estas compañías extranjeras estarían dispuestas a realizar mayores inversiones en México.

Las principales ventajas que tiene la ampliación con respecto a las otras opciones de solución son:

- ◆ Es la opción más económica
- ◆ El recorrido terrestre desde el centroide es prácticamente es igual al actual.
- ◆ Se conserva la localización del centro de trabajo.
- ◆ Se aprovechan en gran medida lo construido a la fecha.
- ◆ Se armoniza con el Plan del Lago de Texcoco. Protegiendo la zona contra futuras invasiones.
- ◆ Ventaja de comodidad para los usuarios .
- ◆ Concorre a evitar la conturbación.
- ◆ Permite la operación de las pistas nuevas y las actuales durante el proceso de desarrollo.
- ◆ No existieran problemas con las aerolíneas, debido a que estarían trabajando en las mismas instalaciones.

Por lo anterior se propone a la ampliación como la mejor opción de solución, la cual debe ser comenzara a construir lo mas pronto posible, y la puesta en operación de la primera etapa se lleva a cabo a más tardar para el año 2005, año en el cual las instalaciones actuales alcanzaran la saturación.

Por la magnitud de los costos de construcción que se tendrían, las autoridades mexicanas no serán capaces de solventar la construcción, por lo cual se recomienda que se realicen inversiones privadas, lo cual se lograra concesionando algunas de las instalaciones aeroportuarias.

Las concesiones deben ser otorgadas de tal forma que garanticen conservar el manejo de los sistemas estratégicos, las pistas, las plataformas (este servicio se puede concesionar parcialmente) y el suministro de combustible. Sistemas que si no se tiene el control sobre ellos pueden afectar gravemente el funcionamiento global del aeropuerto, e incluso pueden ocasionar problemas que afecten la seguridad del país.

Los sistemas que se concesionen deben ser aquellos en los que claramente se puedan obtenerse beneficios monetarios, como por ejemplo algunas zonas no claves de la terminal de pasajeros, las áreas comerciales y estacionamientos, así como en la construcción de hoteles contiguos a los aeropuertos.

Una vez que se construyan las nuevas instalaciones, el problema de transporte aéreo en la zona metropolitana estará solucionado para los próximos cuarenta años, pero aunque esa fecha parezca bastante lejana, las autoridades mexicanas deberán trabajar en la planeación de la red aeroportuaria desde hoy procurando alentar el desarrollo aeroportuario en otras zonas del país, para poder descentralizar la red y con esto además de que se lograria retrasar la fecha de saturación de las nuevas instalaciones, se lograria tener una infraestructura aeroportuaria eficiente en la cual no se tuviera la dependencia que actualmente existe.

Bibliografía

1- Análisis comparativo de las condiciones de operación entre el AICM y el aeropuerto de Toluca

British Airports Service
Lonmex limited
Septiembre 1989
Informe final

2- Estudio del sitio Pachuca como solución al problema aeroportuario de la ciudad de México

SCT, Dirección General de Aeropuertos
Junio 1988

3- Proyecto aeropuerto Hidalgo

Grupo Hidalgo
Presentación a Autoridades de SCT
Mayo 1995

4- panorámica socio-economica del estado de México

Gobierno del estado de México
Secretaría de finanzas y planeación
Instituto de información e investigación geográfica, estadística y catastral
Toluca, México 1993

5- Hidalgo, Síntesis de resultados

XI censo general de población y vivienda 1990
INEGI

6- Hidalgo, perfil sociodemográfico

XI censo general de población y vivienda 1990
INEGI

7- Sistema estadístico aeroportuario del valle de México

A.S.A. y S.C.T
Informe Final
Julio 4 1989

8- Plan Maestro del AICM

SCT, Dirección General de Aeropuertos
México 1982

9- Ampliación del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Subsecretaría de infraestructura
Dirección general de aeropuertos
S.C.T
julio 1984

10- Sistema estadístico aeroportuario 1996

A.S.A
México 1996

11- La aviación Mexicana en Cifras 1989-1995

Dirección General de Aeronáutica Civil
S.C.T
México 1996

12 - Sistema aeroportuario metropolitano

Capítulo Toluca
SCT, y ASA
México 1991

13- The planning and design of airports

Ing. Robert Horonjeff
Editorial Mc Graw Hill
Nueva York 1990

14- Estudio preliminar

Aeropuerto caracol
ICA-PROINFRA
México 1994

15- Análisis del impacto de las alternativas de ampliación del AICM en la infraestructura de la Ciudad de México.

A.S.A
Noviembre 1992

16- Problemática del comportamiento geotécnico de las pistas del aeropuerto Internacional de México

L.M. Aguirre y M Zarate.
Grupo Geosol
México 1990

17- Manifestación preliminar del impacto ambiental de la ampliación del AICM

Planeación y desarrollo consultores, S.A.
Presentación a Autoridades de SCT
México, Noviembre de 1984

18- Evaluación de alternativas de solución para el sistema aeroportuario del Valle de México

Capítulo Ampliación México
Capítulo Texcoco
SCT Y SHOP
México 1982

19- Guía para la presentación y resumen de los estudios que se han realizado a fin de encontrar la solución al problema aeroportuario del Valle de México.

SCT Y SHOP
México 1982

20- Plan de emergencia del AICM

A.S.A y SCT
México 1990

21 datos viales 1996

SCT
México 1996

22- Estudios preliminares para la construcción de una tercera pista en las instalaciones actuales del AICM
ASA
México 1989

23- Resumen actualizado de soluciones para el problema del AICM
SCT y ASA
México 1988

24 Airport Engineering
Ashford, Norman
Editorial Wiley
New York 1992

25 Estructuración de vías terrestres
Olivera Bustamante Fernando
Editorial CECSA
México 1980

26 The Economic Benefits of Air Transport
Air Transport Action Group ATAG
Fuente Página Internet de ATAG
Marzo de 1997

27 Air Transport and the Environment.
Air Transport Action Group ATAG
Fuente Página Internet de ATAG
Marzo de 1997

28 Reporte anual lata 1995
Fuente: Página Internet de la IATA
Diciembre de 1996

29 Plan Nacional de desarrollo 1995 - 2000
Sector Comunicaciones y transportes
México 1995

30 Notas del Seminario Internacional de administración y operación de Aeropuertos
Organizado por la División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería
Septiembre de 1989

31 Oportunidades en el sistema aeroportuario mexicano.
Infraestructura Básica en México
SCT
México 1993
