

19
297



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ALTERNATIVA CARACOL

T E S I S
QUE 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

^{ingenio}
LUIS E. AYESTARAN ESCUDERO

DIRECTOR: LUIS ZARATE ROCHA

MEXICO D. F.

ABRIL 1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Tanto mi tesis como mi carrera se las dedico a la memoria del hombre más importante en mi vida. **MI PADRE**

LUIS AYESTARAN RUIZ

Papá que este trabajo sea testimonio de una serie de satisfacciones que como hijo te quiero dar y de las cuales pretendo te sientas muy orgulloso.

Ya que yo por mi parte estoy muy orgulloso de ser hijo de un gran ser humano que por lo que he conocido supo ser gran estudiante, magnífico profesionalista , excelente amigo pero sobre todo para mí el mejor PADRE .

Gracias por luchar con tanta fuerza por mí, creo que después de eso lo mínimo que puedo hacer como discípulo tuyo es luchar con la misma fuerza por mi familia

Mi cabeza esta saturada de sueños e ideas que día a día se incrementan y se vuelven realidad, se que voy comenzando un largo camino que estará lleno de satisfacciones y de algunos fracasos de los cuales tendré que aprender y levantarme luchando con más ganas de las que lo hacia antes de caer para madurar como ser humano.

TU HIJO QUE TE QUIERE Y NO TE OLVIDA

**A mi madre con
mi cariño y respeto**

**A mi hermano Alejandro
con mi cariño y admiración,
gracias por ser además un gran amigo**

**A Raúl con cariño por darme
durante muchos años su ejemplo**

**A Mariana , con todo mi amor
pues siempre tuviste palabras de
aliento para mi en el momento que las
necesitaba y un minuto para escucharme**

**A mis hijos que aunque todavía no tengo
el gusto de conocerlos quiero que sepan que
esto fue en buena parte por ustedes**

**A mis queridos abuelos,
tíos y primos por todos los
momentos felices**

**A la familia Borja por las atenciones que
han tenido conmigo , pero sobretodo
por enseñarme la importancia de estar
siempre unidos , procurándose y apoyándose
los unos a los otros, con cariño**

**A todos mis amigos y amigas
que a lo largo de mi vida he logrado
encontrar y podido disfrutar de grandes
momentos**

RECONOCIMIENTO

Quiero que estas líneas sean portadoras de mi profundo agradecimiento para todas las personas que colaboraron en este trabajo.

Al Ing. Luis Zarate Rocha, quien dirigió la tesis, por sus valiosos consejos ,sin los cuales este trabajo no podría haberse podido llevar a cabo.

Al Ing. Jorge Mandri por su desinteresada ayuda y valiosas observaciones, por todas las atenciones y tiempo que me dispenso durante la realización de la misma.

Agradezco la oportunidad de estudiar en la mejor Universidad de México y en especial a la Facultad de Ingeniería.

A todos los profesores con quienes tuve oportunidad de tomar clases y quienes además de ayudarme a formarme como Ingeniero también me ayudaron a madurar como persona, a todos los recordare con cariño.

Gracias sobretodo a los siguientes Ingenieros: Fernando Barrera, Roberto Carvajal, Ariel Cano, Carlos Chavarri , Agustín Demeneghi, Federico Dovalí, Fernando Favela, Francisco Gorostiza, Alfredo Grisi, Hugo Haas, Claudio Merrifield , Fidel Mora, Miguel Morayta, Francisco Moreno, Ricardo Padilla, Guillermo Prado, Joaquín Rebuelta, Jaime Torres H., Luis A. Siañez, Enrique C. Valdez.

A Alvaro y Oscar que desde la primaria fueron mis compañeros y grandes amigos. Así como a todos aquellos que durante los nueve semestres que duro mi carrera se convirtieron en grandes amigos: Alberto, Alejandro, Benjamín, Bull, Carlos, Clemente, David , Enrique, Felipe, Francisco, Gerardo, Jaume, Jorge, Marco, Nacho, Roberto, Rodrigo, Scott, Sebastian y Uriel.

Gracias también a todos aquellos compañeros de clases por todo aquello que aprendí de ustedes.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-013/96

Señor
LUIS EUGENIO AYESTARAN ESCUDERO
Presente.

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

"ALTERNATIVA CARACOL"

- I. **INTRODUCCION**
- II. **DESARROLLO AEROPORTUARIO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**
- III. **PROYECTO**
- IV. **INTERACCION CON LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**
- V. **VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA CARACOL**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 14 de febrero de 1996.
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

INDICE

1.-INTRODUCCION

A.- DESARROLLO AEROPORTUARIO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

2.-ESTRUCTURA DE LA DEMANDA DE OPERACIONES

a) OBRAS REALIZADAS EN EL PERIODO 1965-1994 PARA ATENDER LA DEMANDA DE OPERACIONES Y MOVIMIENTO DE PASAJEROS EN EL A.I.C.M.

b) TENDENCIAS DE LA DEMANDA

3.-DISTRIBUCION DE LA DEMANDA EN LA ZONA METROPOLITANA

a) METODOLOGÍA

b) MACROZONAS DE DEMANDA EN EL ÁREA METROPOLITANA

c) DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA PORCENTUAL DE SERVICIO

4.-DESARROLLO DEL SISTEMA AEROPORTUARIO Y SELECCION DEL SITIO PARA EL NUEVO AEROPUERTO

a) SITUACIÓN ACTUAL

1.-"AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"

1.1) PISTAS, RODAJES Y PLATAFORMAS

1.2) SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

1.3) TORRE DE CONTROL

b) PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN

1.-"TEXCOCO -CARACOL (TXE)"

1.1) POSICIÓN GEOGRÁFICA

1.2) REQUERIMIENTOS PARA ATENDER LA DEMANDA

1.3) UBICACIÓN Y USO POTENCIAL DE INSTALACIONES

AEROPORTUARIAS ACTUALES Y POSIBLES

1.4) OPCIONES DE UBICACIÓN

B.- PROYECTO

5.-OPERACION AEREA EN PRIMERA ETAPA CONJUNTA CON AICM

6.-OPERACION AEREA MAXIMO DESARROLLO

7.-CONFIGURACION GEOMETRICA PRIMERA ETAPA

8.-CONFIGURACION GEOMETRICA MAXIMO DESARROLLO

9.-AREA TERMINAL MODULAR (PLANTA BAJA)

- 10.-AREA TERMINAL MODULAR (PLANTA ALTA)**
- 11.-AREA TERMINAL MODULAR CORTES ARQUITECTONICOS GENERALES**
- 12.-ESTIMACION DE INVERSIONES POR ETAPAS DEL COMPLEJO AEROPORTUARIO**
- 13.-TRANSPORTE**
- 14.-ESQUEMA VIAL DE PRIMERA ETAPA**
 - a) Relación de Aeropuertos: AICM y Caracol
 - 1.- Nivel Zonal
 - 2.- Nivel Metropolitano.
- 15.-CONCEPTO DE LAS INTERSECCIONES VIALES EN PRIMERA ETAPA**

C.- INTERACCION CON LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

- 16.-CRECIMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA**
- 17.-PROGRAMAS REGIONALES DE DESARROLLO URBANO**
- 18.-USOS DEL SUELO EN EL VASO DE TEXCOCO**
 - a)PROBLEMA GEOTECNICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PISTAS CONSTRUIDAS SOBRE EL ANTIGUO LAGO DE TEXCOCO.
 - b) ESTUDIOS REALIZADOS PARA CIMENTACIÓN DE AEROPISTAS EN EL LAGO DE TEXCOCO
 - 1.-DISEÑO
 - 2.-DESEMPEÑO
- 19.-IMPACTO AMBIENTAL**
 - a) CARACOL Y EL AMBIENTE
 - 1.- EXPERIENCIAS INTERNACIONALES
 - 2.- EXPERIENCIAS EN EL A.I.C.M.
 - 3.- RUIDO
 - a) RUIDO DE LAS AERONAVES
 - b) REGULACIONES SOBRE EL RUIDO
 - c) RETIRO DE LA FLOTA
 - d) MOTORES MENOS RUIDOSOS
 - e) REDUCIR EL IMPACTO SOBRE LA GENTE
 - f) LIMITES TECNOLOGICOS
 - g) EL IMPACTO DEL RUIDO AL DESPEGUE

1.-PLANEACIÓN Y CONTROL DEL USO DEL SUELO

2.-MEDIDAS QUE SE TOMARAN EN EL NUEVO
AEROPUERTO

4.- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

a) CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EFICIENCIA DE LA
ENERGÍA

b) EMISIONES DE LAS AERONAVES Y EL CALENTAMIENTO
DEL GLOBO

c) REGULACIÓN DE EMISIONES

d) CALIDAD DEL AIRE EN LOS AEROPUERTO

e) EL NUEVO AEROPUERTO CON RESPECTO A LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

5.-CAPACIDAD Y CONGESTIONAMIENTO

20.-INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

a) ACTUAL

b) FUTURA

21.-COMPATIBILIDAD DEL USO AEROPORTUARIO

D.- VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA CARACOL

22.- VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA CARACOL

1.INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene el objetivo de proponer una alternativa de solución a la próxima saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México(A.I.C.M.), buscando cooperar para que quien deba tomar la decisión cuente con la información en la cantidad y calidad al momento en que este la requiera.

Gran importancia ha revestido siempre el Aeropuerto de la Ciudad de México.

-Por tener la mayor actividad aeronáutica en la República Mexicana.

-Por servir a una de las áreas metropolitanas de mayor población mundial, situación que propiciará el crecimiento continuo de la demanda.

-Por su participación en el desarrollo del país.

-Por los problemas de saturación que se presentan, aun considerando una probable disminución del movimiento y que requieren atención urgente.

-Por la propia magnitud de esta actividad que llegó en 1994 a 18.9 millones de pax y 265 mil operaciones comerciales, con un crecimiento promedio anual desde 1974 del orden del 6% en cuanto a pax.

Desde hace unos 30 años las autoridades han buscado su solución a largo plazo, sin haberla logrado implementar hasta la fecha.

Mientras tanto se han tenido que dar respuestas parciales a los problemas de falta de capacidad, cada día mayores, a los que se ha enfrentado continuamente el actual aeropuerto.

Consecuentemente las inversiones requeridas para dar las respuestas del caso, han sido cada vez mayores, por ser directamente proporcionales a los volúmenes de actividad.

El área de operaciones del AICM (pistas-rodajes-plataformas), es el elemento restrictivo final que delimita la capacidad del aeropuerto, ya que el resto de las áreas que manejan pasajeros pueden ser solucionadas.

Homologando la capacidad del número de operaciones anuales estimadas para el sistema de pistas (300 mil operaciones anuales) con la de pasajeros, se puede decir que la capacidad final del aeropuerto será del orden de 28 a 30 millones anuales, tomando en cuenta las ocupaciones medias que pueden ser esperadas de pasajeros por operación.

En la búsqueda de la solución se tomo como base la mejor atención de los usuarios, el marco económico del país y las experiencias internacionales en grandes metrópolis.

Esta va a surgir en base a la necesidad de brindar nuevas facilidades en forma rápida, eficiente y económica para poder afrontar la presión que ejerce la demanda de instalaciones aeroportuarias a nivel nacional, la cual llevó a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) a tomar la decisión de concesionar los aeropuertos del país. Para llevar a cabo esto en forma oficial y

conforme a derecho emitió la Ley de Aeropuertos que se dio a conocer a la opinión pública publicándose en el Diario Oficial de la Federación el viernes 22 de Diciembre de 1995.

Técnicos mexicanos han desarrollado en los últimos veinte años metodologías para construir pavimentos en suelos como los del AICM, consistentes en una compensación del peso que se retira del subsuelo por estructuras de pavimento a base de materiales ligeros (tezontle) , dejando la capa superior con resistencia suficiente para soportar las aeronaves actualmente en uso. Estas técnicas permiten que el cuerpo de las pistas floten en el terreno, evitando hundimientos fuera de control que ocasionan gastos mayores de conservación.

Por lo anterior la nueva alternativa no presentará los problemas de conservación de las existentes, disminuyendo además los costos correspondientes de conservación.

El factor más importante para una buena solución ha resultado ser la distancia de la nueva instalación aeroportuaria respecto a los centros de demanda, circunstancia particularmente importante para la Ciudad de México, si se considera que el 56% son menores a 1.5 horas y el 78.5% menores a 2 horas 20 minutos. Existen casos muy claros en los cuales se ha tenido que dar marcha atrás en aeropuertos que no funcionaron por su lejanía, como Sao Paulo en Brasil, donde se tuvo que construir uno nuevo y Mirabel en Montreal que se dedicó exclusivamente para vuelos transoceánicos .Es notorio observar las cuantiosas inversiones destinadas a incrementar la capacidad de aeropuertos cercanos en París, Londres ,Nueva York, Dallas y Washington, no obstante que se construyeron modernas terminales más alejadas para desahogarlos.

El tamaño de la conurbación alrededor de la Ciudad de México demanda un sistema aeroportuario un sistema de aeropuertos que pueda crecer gradualmente, que atienda los diferentes modos de servicio y que no requiera de inversiones cuantiosas para facilitar el transporte de pasajeros y atender los vuelos de conexión.

Partiendo de las bases anteriores y considerando los factores técnicos, operativos , ecológicos y económicos se encontró factible la construcción del nuevo aeropuerto en la zona del caracol, ubicado 15km. al noreste del A.I.C.M..

La opción caracol mantiene independiente la operación de la base aérea de Santa Lucía, permite la operación simultánea en la primera etapa con el AICM; cancela la presión urbana sobre el vaso de Texcoco, que en los últimos 20 años a significado la pérdida de 4,500 Ha; es compatible con los esfuerzos para preservar la reserva, dando un uso mixto al suelo con prioridad ecológica, sin interferir con los programas hidráulicos, y refuerza la reconversión y desarrollo de importantes zonas industriales generadoras de empleo en Ecatepec e Ixtapaluca.

Se logra atender la demanda de servicios aeroportuarios con inversiones graduales, y con capacidad para generar recursos económicos que permitirán acelerar la regeneración del vaso de Texcoco y crear un nuevo hábitat, saneando

la reserva ecológica de Zumpango, para atraer las aves que hoy significan un riesgo para la operación del AICM.

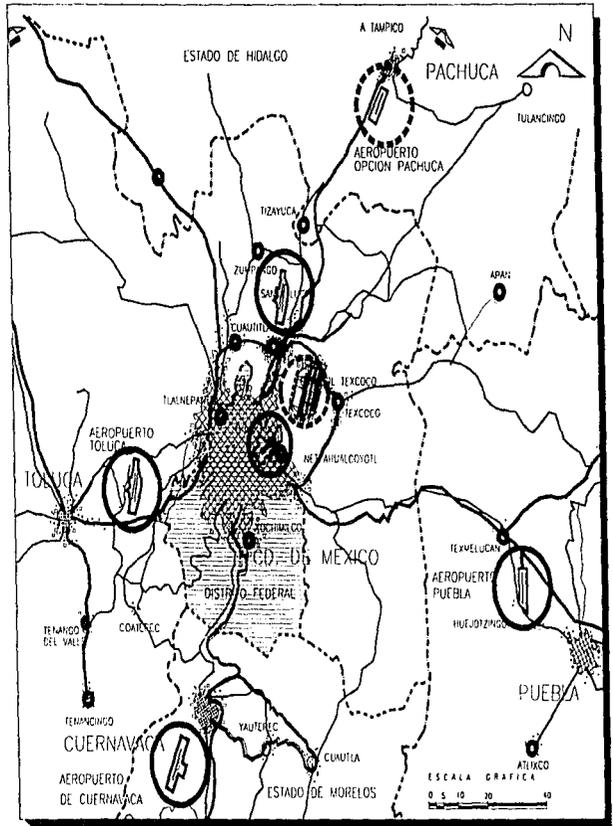
Esta opción requiere de inversiones menores en infraestructura vial y de transporte que podrían implicar recursos aún mayores a la construcción del nuevo aeropuerto.

Pero es importante mencionar la importancia que van a tener los inversionistas privados para adquirir los terrenos circundantes al aeropuerto, los cuales en el futuro le permitirán tener un crecimiento , que siga lo estipulado en el Plan Maestro, a fin de que en el futuro esto no sea un impedimento .

La inversión privada tiene el compromiso de promover las instalaciones del aeropuerto dentro de la República Mexicana así como en el extranjero.

Al irse incrementando la cantidad de pasajeros que llegan a las distintas instalaciones de los aeropuertos , se va a tener que considerar construir las instalaciones para recibir esas aeronaves, así como a los pasajeros , dándoles un muy buen trato.

INTRODUCCION



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

A.- DESARROLLO AEROPORTUARIO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

2. ESTRUCTURA DE LA DEMANDA DE OPERACIONES

a) OBRAS REALIZADAS EN EL PERIODO 1965-1994 PARA ATENDER LA DEMANDA DE OPERACIONES Y MOVIMIENTO DE PASAJEROS EN EL A.I.C.M.

La primera etapa comprendió el periodo de 1965-76 donde el número de pasajeros que se tenían en un principio era de 2.1 millones de pax, el número de pasajeros para 1976 ya era de 7.8 millones de pasajeros. Debido a este crecimiento se tuvieron que realizar las siguientes obras:

- Instalación de 22 aeropuertos
- Construcción de 1a parte de sala "B"
- Nuevo andador frontal y SUES
- Nuevo edificio de oficinas para ASA
- Tres nuevas salas móviles
- Nuevo edificio de estacionamiento
- Nueva terminal para aduana de carga y demolición de la original.
- Ampliación y remodelación general de vialidades frente a la terminal.
- Obras de conservación de pistas y drenaje general.

La segunda etapa de desarrollo fue en el periodo 1977-82 , teniendo un incremento en el número de pasajeros de 7.8 millones de pasajeros a 11.7 millones al final de la etapa, realizando las siguientes obras:

- Remodelación y ampliación zona nacional
- Construcción estacionamientos remotos
- Construcción plataforma remota Sur
- Construcción de puentes de acceso de las vialidades de la ciudad
- Construcción de nuevo centro de control

- Construcción de la nueva torre de control
- Terminación base de Manto C.M.A.
- 4 salidas de alta velocidad y plataforma de aislamiento
- Prolongación del rodaje "COCA"

La tercera etapa fue durante el periodo de 1983-1988 donde se registro una disminución en el número de pasajeros ya que fueron de 11.7 millones a 9.8 millones al final del periodo. Lo que ocasiono que fueran pocas las obras realizadas, y estas fueron:

- Ampliación de reclamo nacional
- Obras de mantenimiento de pistas, rodajes y drenaje general.

La cuarta y última etapa abarcó el periodo de 1989-94 , en el cual se incremento en forma importante el número de pasajeros pues fueron de 9.8 millones a 18.8 millones al final de la misma lo que ocasiono que se necesitara realizar las siguientes obras:

- Plataforma remota Norte 2
- Rehabilitación de pistas y rodajes
- Refuerzo de plataforma de aviación general
- Adaptación de edificios de aviación general para vuelos charter
- Nueva terminal Internacional
- Ampliación de carga en aduana
- Nueva zona de aviación general en Toluca

Con esto podemos observar como fue creciendo el AICM conforme a la demanda que fue teniendo a través de los años , a fin de poder observar que se pueden realizar obras para ampliar los edificios, los estacionamientos y otras partes del aeropuerto, pero como vemos no se puede hacer que la capacidad del aeropuerto crezca más ya que como a finales del 94 se vio la parte crítica del aeropuerto que rige la capacidad del mismo son las pistas y estas están llegando a su capacidad máxima de operaciones por hora, lo cual obliga a la construcción de una alternativa que le permita desahogar el tráfico de las aeronaves y que permita la operación de aviación general en sus instalaciones.

b) TENDENCIAS DE LA DEMANDA

Considerando los acontecimientos ocurridos en la economía del país a fines del 94 y durante los dos últimos años, resulta difícil establecer tendencias de comportamiento de la demanda que se presentará en el AICM, sin embargo a continuación se presenta una hipótesis que considera lo siguiente:

- Respecto a datos estadísticos, en 1994, el aeropuerto atendió un total de 18.9 millones de pasajeros comerciales, 265 mil operaciones, con un factor de pasajeros por operación de 71.3, datos exclusivos de la aviación comercial.
- En los primeros meses de 95 se presentó un descenso del movimiento de pasajeros, que proyectado, teniéndose una disminución prevista del 10% para fines de ese año con respecto a 94 (17 millones de pasajeros).
- Por otra parte, en base al comportamiento de operaciones y del factor de pasajeros por operación, se consideró que ese factor descendió, de 71.3 en 94, a 68 en 95 y consecuentemente las operaciones totales de 1995 fueron 251 mil.

A partir de estos valores y conforme a la estrategia gubernamental de un desarrollo sostenido a lo largo del sexenio, se ha estimado que el movimiento de los pasajeros podrán crecer en el periodo 96-2000, partiendo de un 2%, hasta llegar al 8% en 99.

Más allá del año 2000 estas tasas disminuirán gradualmente mostrando estabilidad de la demanda hasta el año 2005 con una tasa del 5.5%.

De acuerdo con esta hipótesis, para 1998 se habrá recuperado el tráfico atendido en 94 con un volumen de 19.1 millones de pasajeros. Para el año 2000 serían 22.3 millones y para el año 2005 se llegaría a poco más de 30 millones de pasajeros.

En cuanto a operaciones, estableciendo el comportamiento futuro del factor de ocupación, que deberá crecer en los próximos años hasta alcanzar valores adecuados para sostener la operación rentable de las aerolíneas; se estima que en el año 2000 se presentarán 280 mil operaciones y llegar al límite de capacidad del sistema de pistas y rodajes de 300 mil, en el año 2003. Para 2005 se tendrían 322 mil operaciones.

Para fines de planeación interesan las proyecciones a largo plazo, por lo que se deberá tener mucho cuidado en la forma que se dará solución a la demanda que se presente en este aeropuerto ya que en caso de considerar la alternativa que aquí se propone las inversiones que se hagan van a servir para salir del paso.

En cuanto a operaciones se coincidió que en un principio se presentaría un descenso, pero posteriormente se presentaría un ascenso, sin embargo las tasas de crecimiento son distintas, en especial las correspondientes a años posteriores al 2000, las cuales resultan sumamente elevadas para el análisis de las instalaciones existentes.

El número de pasajeros considerados por operación es de lo que va a depender la diferencia en el número de operaciones. En el futuro se considera que este valor se incrementará a niveles ya presentados históricamente en el AICM (95 pasajeros por operación) ya que en caso de no construirse la primera etapa de la Alternativa Caracol que sirva de aeropuerto complementario para el AICM después del año 2000, las aerolíneas se verán en la necesidad de incrementar su ocupación a estos niveles.

En cuanto a los pasajeros anuales, vale la pena mencionar, que se ha considerado constante la actual división entre los nacionales (70%) y los internacionales (30%), que corresponde a la distribución histórica. Con esta proporción se deberán hacer las proyecciones correspondientes de las distintas áreas que se requerirán en la Alternativa Caracol.

Las aeronaves que se tendrán simultáneamente estacionadas, es decir el número de posiciones en plataforma es importante. Este número se obtuvo considerando un índice de 350 mil pasajeros anuales por posición y que es al que actualmente han llegado las instalaciones del aeropuerto.

En aeropuertos nuevos o de poco movimiento, este índice baja hasta 200 o 250 mil pasajeros por posición, mientras que difícilmente los de gran movimiento superan a los 350 o 360 mil por posición (valores internacionales promedio IATA). El valor máximo frecuente de 1995 fue de 54 en plataforma, pero se espera que para el año 2000 alcanzaría el orden de 80 posiciones.

Por lo que a operaciones horarias corresponde se ha visto que las estadísticas de 94 indican que frecuentemente se llega a la capacidad máxima del sistema de pistas y calles de rodaje, de 55 posiciones por hora. El promedio anual de las horas pico que se tiene durante las primeras horas de la mañana, es de 48. Esto nos indica que la demanda potencial puede corresponder a valores mayores, de los que pueden atenderse en este sistema, incluso más allá de la máxima capacidad actual de 60 operaciones por hora.

El tráfico actual de operaciones de vuelo en la zona metropolitana de la Ciudad de México en sus diversas modalidades: Aviación Comercial "A" (regular y de fletamiento), Comercial "AA" (taxi aéreo), General, Carga, Paquetería, Oficial y Militar, es muy superior a la capacidad del A.I.C.M.

La aviación general, Comercial "AA", Oficial y parte de la Carga y Paquetería se atiende en los Aeropuertos de Toluca, Puebla y Cuernavaca.

La Fuerza Aérea Mexicana cuenta con instalaciones y opera desde el Aeropuerto de Santa Lucía.

No obstante lo anterior, el crecimiento de las operaciones de aviación comercial provocará en el corto plazo la saturación del Aeropuerto actual (A.I.C.M.)

Conforme a los registros 1988-1991 el 78.5 de las operaciones son menores de 2horas 20 minutos y el 55.7% menores a 1 hora 30 minutos.
Las aerolíneas Nacionales operan el 76.7% de los vuelos.
El 68.3% de los vuelos son domésticos y dado el tamaño de los mercados y el nivel de servicio que demandan, en su mayoría se operan con equipos de cabina angosta (89%).

TENDENCIA DE LA DEMANDA

ANO CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Pasajeros (millones)	18.88	16.99	17.33	18.03	19.11	20.64	22.29	23.96	25.63	27.3	28.94	30.53
Tasa de Crecimiento		-10%	2.00%	4.00%	6.00%	8.00%	8.00%	7.50%	7.00%	6.50%	6.00%	5.50%
Operaciones (miles)	264.93	250.99	256.65	262.44	268.35	274.4	280.59	288.92	293.39	300	311.76	322.46
Tasa de Crecimiento		-5.30%	2.30%	2.30%	2.30%	2.30%	2.30%	3.00%	1.50%	2.30%	3.90%	3.40%
Pasajeros / Operación	71	68	68	69	71	75	79	83	87	91	93	95
Posiciones Simultáneas	54	49	50	52	55	59	64	68	73	78	83	87

3.- DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA EN LA ZONA METROPOLITANA

a)METODOLOGÍA

A fin de considerar al máximo la información disponible en estudios previos relacionados con el tema, en primer término se analizaron a detalle los siguientes estudios:

- Análisis del impacto de las alternativas de ampliación del AICM en la infraestructura de la ciudad de México ASA Noviembre de 1992.
- Estudio de factibilidad para la construcción del AICT, GEM, Julio 1982.
- Ampliación del AICM, ASA Julio 1984.

A partir de los cuales y en particular del Análisis del impacto en la infraestructura, se obtuvieron las macrozonas de demanda en que se divide el Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM), los respectivos porcentajes de ubicación de los usuarios demandantes del servicio aeroportuario por macrozona (conjunto de zonas y/o delegaciones políticas) y su centroide respectivo.

A continuación se describen las nueve macrozonas.

b) MACROZONAS DE DEMANDA EN EL ÁREA METROPOLITANA

Macrozona	Participación en la demanda en 1993 %	Ubicación del Centroide
Norponiente	16.0%	Periférico Poniente y P. Santa Mónica
Norte	6.0%	C. Vallejo y Eje 5 Norte
Nororiente	5.0%	A. Central y B. Río de los Remedios
Poniente	14.0%	Periférico Poniente y P. de la Reforma
Centro	26.0%	Viaducto Piedad y C. de Tlalpan
Oriente	4.0%	Periférico Oriente y C.I. Zaragoza
Surponiente	11.0%	Periférico Poniente y Av. San Jerónimo
Sur	12.0%	Periférico Sur y Av. Estadio Azteca
Suroriente	4.0%	Periférico Oriente y Av. Tláhuac.

La macrozona que cuenta con mayor demanda del servicio, es la centro, que comprende las colonias Juárez (Zona Rosa), Del Valle, Roma, Hipódromo, Condesa, etc. de alta densidad y buen nivel de poder adquisitivo; además, en ella se ubican la mayor parte de los servicios turísticos que utilizan este medio de transporte.

Como se observa, cinco macrozonas demandan prácticamente el 80% de los servicios aeroportuarios, los cuales se ubican en la porción poniente del AMCM: Norponiente, Poniente, Centro, Surponiente y Sur.

Del estudio denominado estrategia general de desarrollo para la zona metropolitana del valle de México se tomaron lineamientos básicos tales como: tendencias de crecimiento, conurbaciones, condicionales topográficas, usos del suelo, preservación de suelo agrícola de alto rendimiento por riego, infraestructura del transporte: libramientos (norte y poniente por ejemplo), vías ferroviarias y establecimiento de industria y estaciones terminales de carga.

De dicho estudio, se obtuvieron las políticas de crecimiento urbano, que básicamente está enfocado hacia la porción norte del AMCM, es decir hacia el Edo. de México. Por lo tanto, se estimaron cambios en cuanto a la demanda porcentual del servicio, respecto a cada macrozona:

c) DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA PORCENTUAL DE SERVICIO

MACROZONA	1993 (%)	Esperada en el Horizonte de Planeación
Norponiente	16.0%	18.0%
Norte	6.0%	6.0%
Nororiente	5.0%	5.5%
Poniente	14.0%	15.0%
Centro	26.0%	21.0%
riente	4.0%	4.5%
Surponiente	11.0%	11.0%
Sur	12.0%	13.0%
Suroriente	4.0%	4.0%
TOTAL	98.00%	98.00%

4.- SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL NUEVO AEROPUERTO

a) SITUACIÓN ACTUAL

Debido a que los avances que se han registrado en el aeropuerto de la Ciudad de México no han sido del todo homogéneos es que actualmente se observan problemas de saturación en pistas y edificios terminales.

El dinamismo observado en la demanda por servicios aeroportuarios requiere de su ampliación y modernización, lo cual se traduce en necesidades de inversión crecientes.

Entre los problemas que se presentan en el aeropuerto destacan: la saturación y falta de mantenimiento adecuado en salas y edificios terminales; la carencia de vías de acceso eficientes al aeropuerto; las deficiencias en la señalización, en la información sobre los vuelos y en el manejo de equipaje; la falta de regulación de los servicios de taxis y de transporte colectivo; la ausencia de una adecuada coordinación de las distintas autoridades; y las inconveniencias relacionadas con la transportación en tierra de pasajeros, particularmente en el área de plataformas.

Como el Aeropuerto se encuentra ubicado en una zona donde se presentan fenómenos meteorológicos adversos, se requiere fortificar el equipamiento de ayudas a la navegación, tales como los sistemas de aterrizaje por instrumentos.

La centralización excesiva en la toma de decisiones operativas y administrativas en el Aeropuerto es otra situación que repercute en ineficiencia en los servicios y en la atención al usuario.

Además, se enfrenta una insuficiente capacidad de supervisión por parte de la comandancia de aeropuertos, como resultado de la falta de capacitación y de coordinación con la autoridad aeronáutica normativa; rezagos en cuanto a equipo de apoyo; y una inexacta definición de funciones administrativas.

Para hacer frente a estas circunstancias que son aplicables a todos los aeropuertos de la nación y no únicamente al de la Ciudad de México, la presente administración ha impulsado un cambio estructural en el subsector, que inicia con la actualización del marco jurídico en la materia, cuyo antecedente inmediato se encuentra en la Ley de Vías Generales de Comunicación, misma que data de los años cuarenta.

Promulgando en diciembre de 1995 la Ley de Aeropuertos, ordenamiento que fortalece la rectoría del Estado mediante una regulación transparente y eficaz, al tiempo que establece reglas claras 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.

Nuestro país podrá, a partir de esta nueva Ley, contar con un sistema aeroportuario más seguro, eficiente y moderno; que propicie una mejor calidad de los servicios; que contribuya al fortalecimiento del transporte multimodal; y que se convierta en factor para el crecimiento regional equilibrado y para la preservación del medio ambiente.

La creación de esta Ley favorece aun más la construcción de las nuevas instalaciones del aeropuerto de la Ciudad de México, pues permite la participación de inversionistas privados .

En congruencia con las actividades desarrolladas en 1995 se creó el Comité de Reestructuración del Sistema Aeroportuario Mexicano con el fin de llevar al cabo un proceso de reestructuración transparente y ordenado, órgano colegiado de la SCT y ASA, que tiene como facultad definir la estrategia a seguir en las diferentes fases del proceso de reestructuración; supervisar y autorizar la elaboración de documentos; e informar a la Comisión Intersecretarial de Desincorporación sobre el avance de cada etapa del proceso.

1.-"AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"

Este aeropuerto tiene el nombre de "Lic. Benito Juárez" y se encuentra ubicado en el D.F. a 5 km. de distancia de la ciudad. Este edificio se incorporó a ASA en 1965, es de novena categoría, se encuentra a 2237 msnm a una latitud de 19° 26'N y una longitud de 99° 04'W, es de tipo metropolitano y de clasificación internacional.

Los aviones van a permitir una comunicación más rápida y ágil que cualquier otro medio de transporte que existe hasta la fecha para distancias medias y largas. Por medio de estos se van a transportar gran cantidad de empresarios dedicados a negociar con productos los cuales hacen crecer la economía de este país.

Con el fin de brindar el mejor servicio a estos empresarios, así como a turistas que están dispuestos a dejar su dinero en nuestro país el A.I.C.M. es remodelado continuamente haciéndolo más funcional , pues cubre las necesidades de los usuarios con mayor eficiencia.

El organismo que se encarga de conservarlo, organizarlo, ampliarlo y reestructurarlo de acuerdo a las necesidades del tiempo en que se vive, utilizando las instalaciones con que se cuenta es "Aeropuertos y Servicios Auxiliares" (A.S.A.)

La superficie total del Aeropuerto es de 746.30 Ha.

La terminal NACIONAL tiene una superficie de 107,790 m² ; el edificio va a constar de 3 salas, 3 restaurantes y áreas concesionadas. En el también se van a encontrar las oficinas administrativas de la Gerencia General del A.I.C.M., de líneas aéreas (Mexicana, Aeroméxico, Canadien, Jal, Taesa, KLM y United, la unión de reporteros y los salones VIP. Esta terminal esta conectada por medio de dos puentes a un estacionamiento vertical y con el Hotel Continental, cuenta con 17 salas de última espera y la sala Bravo de concentración. Va a tener una capacidad para 5450 pax por hora, 21 pasillos telescópicos, 3muelles (SUE) , 30 mostradores, 87 básculas, 13 bandas de reclamo, 10 rayos X , 11 detectores de metal, 12 detectores portátiles, 12 detectores de explosivos, 20 sanitarios y cuenta con aerocares.

La cimentación, losas y columnas son de concreto armado, existen juntas constructivas para dividir la estructura en partes; mientras que en la zona de carreteo se cuenta con vigas de acero.

La terminal INTERNACIONAL tiene 74,240 m² de superficie; el edificio consta de 3 salas, tiene un estacionamiento con 32640m² y 786 cajones junto y se encuentra conectada a la nueva terminal terrestre. Va a contar con un centro comercial y las oficinas de las líneas aéreas internacionales . Va a contar con 84 mostradores , 86 básculas y 2 bandas de reclamo. El edificio esta cimentado por medio de pilotes de fricción de 24m. de longitud con contrarabes, la losa es a base de losa-acero y las columnas son mixtas.

1.1) PISTAS, RODAJES Y PLATAFORMAS

El Aeropuerto cuenta con 2 pistas denominadas de acuerdo a su orientación como 05D-23I con una longitud de 3900m por 45m de ancho ,y la 05I-23D. con una longitud de 3846m y 45m de ancho. Las dos pistas son de concreto asfáltico, y tienen una estructura variable ya que va de 80cm. de base hidráulica y 20cm de carpeta asfáltica a la sección semi-compensada que tiene 1.75m de espesor que incluye plantilla de arena, losa de concreto, sub-base de tezontle, base hidráulica y carpeta asfáltica.

Cuenta con 18 calles de rodaje con longitudes variables y un ancho de 23m con capacidad de carreteo de cualquier tipo de avión, hechas de concreto asfáltico y cuya estructura de pavimento es variable y va de 30cm de sub-base, 50cm de base y 20cm de carpeta asfáltica a la sección semicompensada que incluye los mismos materiales .

Los tipos de rodaje son :

Alfa de 1630 x 23m

Bravo de 8650 x 23m

Coca de 16.30 x 23m

Delta de 19.10 x 23m

Eco de 46.80 x 23m

Todos los rodajes cuentan con luces de borde y señalamiento.

En cuanto a las posiciones cuenta con:

Plataforma remota Sur	8 unidades
Plataforma remota Norte 1	11 unidades
Plataforma remota Norte 2	4 unidades
Edificio Terminal Móviles	3 unidades
Edificio Terminal Contacto	21 unidades
TAG	17 unidades
Plataforma Fiscal	7 unidades

	71 unidades

La plataforma comercial cuenta con 58 hidrantes, luces de borde, señalamiento y alumbrado.

Las POSICIONES REMOTAS están construidas a base de concreto hidráulico y drenaje a base de canales con tapa de rejilla Irving. Los pasajeros abordan por medio de aerocares y salas móviles.

Las POSICIONES DE CONTACTO están constituidas a base de concreto asfáltico, con excepción de la posición 6 y 8 que son de concreto hidráulico. Los pasajeros abordan por medio de pasillos telescópicos.

Las plataformas TAG esta construida por concreto asfáltico. y los pasajeros son transportados por salas móviles.

La PLATAFORMA FISCAL es de concreto asfáltico y su función es la de pernocta

1.2) SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Se cuenta con hidrantes contra incendio, extintores, cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) y con control de fuego con gas halon en cuartos de cómputo. El CREI cuenta con una cisterna de 500m³ para almacenar agua exclusivamente para apagar incendios. Este va a contar a su vez con tres turnos de bomberos (30 hombres) los cuales van a recibir instrucción para poder actuar en caso de accidente y lograr llegar al lugar del siniestro en el menor tiempo (30 seg. para llegar a cualquier cabecera). , el equipo esta formado por camiones en los cuales se tiene capacidad para almacenar agua, agua ligera (forma espuma) y polvos , con lo cual se puede apagar cualquiera de los tres tipos de fuego que existen.

1.3) TORRE DE CONTROL

El Aeropuerto esta dirigido por una Torre de control la cual se va a encargar de dirigir el aterrizaje y/o despegue de las aeronaves , así como el tránsito sobre rodajes y vialidades interiores, formada por muros de concreto armado y la cabina a base de estructura metálica su altura de 38.10m.

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

b) PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN

1.-"TEXCOCO -CARACOL (TXE)"

Con el propósito de mejorar el estado y funcionamiento del Aeropuerto de la Ciudad de México, se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- I. Construir la nueva infraestructura del aeropuerto ; elevando los niveles de seguridad; e incrementando la rentabilidad y eficiencia del aeropuerto.
- II. 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 estrategias:

- Lograr mediante la promoción y regulación de la participación de los particulares en la construcción y administración del aeropuerto la inversión necesaria para la construcción del nuevo aeropuerto, sobre bases de eficiencia, calidad, seguridad y competencia.
- Modernizar el servicio de control del tránsito aéreo y el sistema de ayudas a la navegación, a fin de lograr una operación más eficiente en el espacio aéreo del nuevo aeropuerto, cuyo control habrá de conservar el Estado en todo momento.

La aplicación de estas estrategias requerirá de las acciones que a continuación se precisan:

- Promover y facilitar el desarrollo del nuevo aeropuerto con la participación de la inversión privada, en un contexto de operación eficiente, competitiva y con vocación orientada hacia las características regionales.

- Resolver, en definitiva, los problemas de saturación que presentará el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, a través de la construcción de un aeropuerto complementario , el cual pueda operar simultáneamente con el AICM y que en un futuro se vuelva el definitivo.
- Garantizar el mejoramiento de las condiciones de operatividad y eficiencia del aeropuerto la Ciudad de México.
- Incrementar la eficiencia operativa de los aeropuertos, en cuanto a servicios se refiere, a fin de elevar su calidad en áreas tales como las de señalización e información; aire acondicionado; manejo de equipaje; tránsito de pasajeros; y atención a discapacitados.
- Promover la regularización de los servicios de transporte terrestre que se prestan en la red aeroportuaria, hacia la Ciudad de México y otros centros urbanos.
- Continuar con la modernización y ampliación de los sistemas de comunicación y de control de tránsito aéreo, de los radares y de la red de estaciones terrenas.
- Incorporar los servicios del GPS (Sistema de Posicionamiento Mundial) a fin de que, con esta nueva tecnología de vanguardia, se logre una mayor precisión y seguridad en la navegación aérea.
- Integrar, de conformidad con lo previsto por la Ley de Aeropuertos, la comisión intersecretarial que conocerá de 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.
- Fortalecer las comandancias de aeropuertos a través de una mayor capacitación al personal; mejor equipamiento; y una adecuada coordinación con la autoridad central.

- Desarrollar, de manera sistemática y permanente, programas de inspección de las instalaciones, sistemas y equipos de la infraestructura, a fin de mantener los niveles óptimos de seguridad.
- 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 y complementarios.

El transporte aéreo ha sido factor fundamental en el desarrollo del país y en especial de la Ciudad de México contribuyendo a la integración de esta de manera eficiente y segura.

Actualmente operan 56 líneas aéreas nacionales, de las cuales 5 son troncales, 12 regionales y el resto son empresas de servicio aéreo especializado y no regular. Adicionalmente, operan 34 empresas extranjeras. Las líneas aéreas nacionales de servicio regular alcanzan una cobertura de 61 ciudades en el interior del país y 26 en el extranjero.

La aviación troncal, por su parte, dispone de una flota conformada por 148 aeronaves, de las cuales el 90 por ciento opera en vuelos nacionales e internacionales de corto y mediano alcance, y la oferta actual sobrepasa los 25 mil asientos.

El marco legal que hoy rige a la aviación civil logró revertir la tendencia hacia la sobreoferta, al establecer reglas claras en la promoción de una competencia equitativa, y propiciar el incremento de los niveles de seguridad y calidad en el servicio. Como consecuencia de estas acciones, así como de una reestructuración operativa y de mayores índices de capitalización, diversas empresas aéreas nacionales muestran ya claros síntomas de mejoría financiera.

La perspectiva es consolidar un nuevo aeropuerto seguro, eficiente, moderno y rentable; que proporcione un servicio de calidad; que coadyuve a la integración regional; y que sea competitivo en el ámbito internacional.

Evitando así que al no contar con las condiciones necesarias se provoque el rezago tecnológico de la flota aérea nacional, aunado a la falta de una estrategia efectiva de crecimiento y de planeación a mediano plazo y se obstaculice la entrada a los nuevos prestadores del servicio.

Promoviendo el sano desarrollo operativo y financiero de las aerolíneas nacionales, y fomentando la modernización del equipo, la incorporación de nuevas tecnologías y el respeto al entorno ambiental.

Permitiendo actualizar el marco normativo para asegurar la prestación de los servicios con sujeción a criterios de seguridad, calidad y eficiencia, que faciliten el acceso a un mayor número de usuarios en condiciones de competencia efectiva.

Concertar convenios y acuerdos que permitan una mayor participación de la aviación civil mexicana en el ámbito internacional, con apego a criterios de reciprocidad, equidad y trato no discriminatorio:

"Debido a los objetivos anteriores es que surge la ALTERNATIVA CARACOL"

Aproximadamente a 23 km. del centro de la Ciudad de México y a unos 15 km. del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (A.I.C.M.), se ubica el sitio para el nuevo Aeropuerto Complementario de la Ciudad de México denominado Alternativa Texcoco-Caracol, en el lecho del Lago de Texcoco, a una elevación de 2236 m.s.n.m.(7336').

El sitio propuesto para el aeropuerto está delimitado por el Dren General del Valle al Oeste, por la autopista Peñon- Texcoco al Sur. Al Norte por el Caracol, la carretera Ecatepec-Texcoco y al Este por la ciudad de Texcoco, Méx. Y las poblaciones aledañas (al SSE se encuentra Chimalhuacán, Méx.)

Esta zona permite la construcción de un gran aeropuerto con una superficie de por lo menos 3371 hectáreas, pero podría ser mayor, ya que la reserva territorial del aeropuerto podría alcanzar las 4500 hectáreas.

Debido a las condiciones del Valle de México, los vientos dominantes son muy similares a los del AICM, por lo que la orientación de las pistas no presenta problema.

La Rosa de Vientos que se tiene para el AICM se puede considerar aplicable a esta nueva ubicación; sin embargo, la orientación de las pistas queda en función de los obstáculos naturales que se tienen.

Por espacios aéreos la mejor orientación magnética es 012°-192° , que con una variación magnética de 7°E, resulta de 019°- 199° de orientación geográfica o verdadera.

Esta amplia zona para el nuevo aeropuerto de la Ciudad de México se ubica en forma aproximada en las coordenadas geográficas: 19°32' de latitud Norte y 98°58' de longitud Oeste.

El área disponible en esta ubicación permite la construcción de un gran aeropuerto de hasta 5 pistas paralelas, con operación IFR simultáneas en 3 de ellas, lo que constituiría a este complejo aeroportuario en el único en la República Mexicana que pudiera llegar a la operación triple simultánea en aproximaciones y despegues bajo las reglas de vuelo por instrumentos.

Con un aeropuerto de estas características se puede llegar a una capacidad máxima operacional de 800,000 operaciones anuales, más de 2,100 operaciones

diarias y alcanzando en las horas pico de 150 a 160 operaciones; todos estos valores dependen de la mezcla de tráfico que se llegara a manejar.

Como la elevación es prácticamente la misma que el AICM (en realidad ligeramente menor), con vientos dominantes muy similares, y con condiciones climatológicas de temperaturas y humedad bastante parecidas, es de esperarse que la presencia de niebla en la zona no sea mayor a la que se experimenta en el AICM en la actualidad.

Obviamente la calidad del suelo es baja (similar al AICM) debido al lecho salitroso del ex-vaso del Lago de Texcoco.

La distancia aérea entre el AICM y las principales instalaciones del nuevo aeropuerto sería de aproximadamente 7.5 Millas Náuticas (13.9 km) con una ubicación al NNE del actual aeropuerto. Como dato comparativo el proyecto del aeropuerto en Hidalgo (Valle de Zapotlán-Tezontepec) se ubica a 75 km por vía terrestre del centro de la Ciudad de México y a una distancia aérea de 32.5 Millas Náuticas (60.2 km) desde el AICM (también hacia el NNE).

1.1) POSICION GEOGRAFICA

POSICIÓN GEOGRÁFICA	POSICIÓN GEOGRÁFICA	POSICIÓN GEOGRÁFICA
AEROPUERTO	AEROPUERTO	AEROPUERTO
A.I.C.M.	TEXCOCO-CARACOL	HIDALGO (ZAPOTLAN)
MEX	TXE	PCA
19° 26' 07" N	19° 32' N	19° 57' N
99° 04' 20" W	98° 58' W	98° 51' W

Los principales obstáculos que se tienen y sus elevaciones son:

Al Norte con sus diferentes elevaciones se encuentran:

- Cerro "Gordo " de 3,070 m (10,072') al NNE
- Cerro "Manantial" de 2,600 m (8,530') al NNE
- Cerro "Chiconautla" de 2,600 m (8,530') al N
- Pico "Tres Padres" de 3,110 m (10,203') al NW (Sierra de Guadalupe)
- Cerro "Patlachico" de 2,760 m (9,055') al NE
- Cerro "Cuajio" de 2,740 m (8,990') al NE
- Cerro "Tezontale" de 2,610 (8,563') al NE
- Cerro "Azteca" de 2,630 m (8,629') al NE

Al Este se tiene la Sierra Quetzaltepec con elevaciones como:

- Cerro "Tlapanco" de 3,620 m (11,877') al E
- Cerro "El Mirador" de 4,140 m (13,583') al E
- Cerro "Telapon" de 4,080 m (13,386') al E

Al Sur se encuentran los siguientes :

- Cerro "Chimalhuachi" de 2,560 m (8,399') al S.
- Cerro "Tejolote Grande" de 2,720m (8,924') al SE
- Cerro "El Pino de 2,760 m (9,055') al Se
- Volcán "Guadalupe" de 2,840 m (9,318') al S
- Volcán "La Caldera" de 2,520 m (8,268') al S
- Volcán "Jaltepec" de 2,510 m (8,235') al SSW
- Cerro "La Estrella" de 2,460 m (8,071') al S
- Cerro "Ayaqueme" de 2,960 m (9,711') al S
- Cerro "Loma Larga" de 3,100m (10,171') al S
- Cerro Chiconquiati" de 2,920 m (9,580') al SE

Una vez que se confirme la orientación magnética que deben tener las pistas que se proyecten y su ubicación en el valle, se deberá analizar a detalle como afectan todos los obstáculos que penetren las áreas de protección de los procedimientos de aproximación y despegue, que resulten del estudio del espacio Aéreo.

Como radioayudas de la región ya se tienen las siguientes:

- VOR/DME Lucía (Santa Lucía) SLM 116.6 MHz a 12.8 M.N. (23.7 km) al N
- VOR/DME Mateo(San Mateo) SMO 112.1 MHz a 13.8 M.N. (25.5 km) al W
- VOR/DME México MEX 115.6 MHz a 7.5 M.N. (13.9 km) al SSW
- VOR/DME Pachuca PCA 112.7 MHz a 39.9 M.N. (73.9 km) al NNE

- VOR/DME Apan APN 114.8 MHz a 34.2 M.N. (63.3 km) al ENE
- VOR/DME Otumba OTU 115.0 MHz a 15.5 M.N. (28.7 km) al NE
- NDB Tepexpan TPX 359 KHz a 5 M.N. (9.3 km) al NNE
- VOR/DME Tequis(Tequesquitengo) TEQ 113.1 MHz a 54 M.N. (100 km) al SSE
- VOR/DME Cuautla CUA 116.3 MHz a 45.2 M.N. (83.7 km) al S
- VOR/DME Texcoco-Caracol) TXE ____MHz ubicado en el nuevo aeropuerto
- VOR/DME Puebla PBC 115.2 MHz a 41.5 M.N. (76.8 km) al SE
- VOR/DME Pastejé PTJ 114.5 MHz a 46.3 M.N. (85.7 km) al W
- VOR/DME Toluca TLC 114.3 MHz a 35 M.N. (64.8 km) al WSW
- VOR/DME Tenango (Tenango del Aire) TEN____ MHz a 21.6 M.N. (40 km) al SSE (PROPUESTO)

1.2) REQUERIMIENTOS PARA ATENDER LA DEMANDA

REQUERIMIENTOS PARA ATENDER LA DEMANDA

- Para atender la demanda de servicios aeroportuarios de la zona metropolitana de la Ciudad de México, en sus diversas modalidades se ha venido conformando un sistema de aeropuertos.
- A la fecha, el sistema se integra con los aeropuertos : AICM ,Toluca, Puebla, Cuernavaca y Santa Lucía.
- Para satisfacer la demanda de aviación comercial regular que atiende actualmente el AICM se requiere la construcción de un nuevo Aeropuerto Internacional.
- Conforme a lo establecido por las autoridades, el nuevo aeropuerto deberá contar al menos con capacidad para un sistema de 4 pistas paralelas, con operaciones simultáneas entre dos de ellas, instrumentado para aproximaciones de precisión y con capacidad de operación para el avión crítico.
- Las dos pistas interiores con la longitud suficiente, de acuerdo a los requerimientos del avión crítico que vaya a operar, para eliminar restricciones por longitud de pista para el despegue.
- Terminales de pasajeros al centro (entre pistas interiores) con espacio suficiente para lograr el máximo desarrollo posible.
- La situación económica del país y de las líneas aéreas, no permite cerrar el AICM, pues la infraestructura e inversiones que en el se han realizado no se han amortizado en su totalidad.
- De la misma forma es deseable que Santa Lucía pueda seguir operando, para no tener que reubicar la base aérea militar, lo cual provocaría que la inversión se incrementara considerablemente.
- La nueva terminal no deberá implicar incrementos significativos en el costo del transporte y en el tiempo de traslado para los usuarios, para evitar una disminución en la demanda de el mismo.
- Se deberá buscar aprovechar la infraestructura externa con que cuenta el AICM pues la situación económica del país así lo requiere.
- El aeropuerto debe desarrollarse en etapas, para lograr su máximo aprovechamiento.

1.3) UBICACIÓN Y USO POTENCIAL DE INSTALACIONES AEROPORTUARIAS ACTUALES Y POSIBLES

UBICACIÓN Y USO POTENCIAL DE INSTALACIONES AEROPORTUARIAS ACTUALES Y POSIBLES

Alternativa	Distancia del Centro de la Cd. de México/elevación (M.S.N.M.)	VENTAJAS Y/O LIMITACIONES	USO POTENCIAL TIPO DE AVIÓN
CD. DE MÉXICO (MEX)	8km/2237.5	Para aceptar 285 mil operaciones anuales requiere mejorar rodajes y salidas de alta velocidad. necesario tomar medidas para reducir riesgo de impacto con aves.	COMERCIAL Y CARGA
PUEBLA (PBC)	105 km/2241	No cabe sistema de 4 pistas con operaciones simultáneas y esta muy lejano.	CARGA Y MILITAR
CUERNAVACA (CVA)	85 km/ 1280	Limitaciones físicas y de espacio aéreo impiden aeropuerto para operaciones comerciales.	GENERAL Y OFICIAL
SANTA LUCIA (SLM)	56 km /2243	Limitaciones urbanas y de espacio aéreo limitan a 3 pistas, restringidas en longitud y a 2 con operaciones simultáneas, presencia de niebla (alrededor de 50 días al año)	MILITAR
TOLUCA (TLC)	65km/2575	Capacidad para ubicar 4 pistas , 2 con operaciones simultáneas. Por elevación pérdida de eficiencia en bimotores, presencia de niebla durante algunos meses del año, no permitiendo la operación del aeropuerto durante más de 40 días al año.	GENERAL, CARGA Y EN MENOR GRADO COMERCIAL

PACHUCA (PCA)	75 KM/2330	Capacidad para ubicar 4 pistas, dos con operación simultáneas, no se dispone de registros de vientos (dirección e intensidad) y posible presencia de niebla, necesario cancelar operaciones en SLM.	COMERCIAL DE LARGO ALCANCE, CARGA GENERAL Y MILITAR
CARACOL (TXE)	23km/2236	Capacidad para ubicar 5 pistas, 3 con operaciones simultáneas, en primera etapa no requiere cancelar operaciones en AICM y Santa Lucía, al igual que en AICM es necesario tomar medidas para reducir riesgo de impacto con aves.	COMERCIAL, CARGA Y MILITAR

1.4) OPCIONES DE UBICACIÓN

OPCIONES DE UBICACIÓN

- A nivel regional solo se dispone de tres sitios donde se puede construir un aeropuerto de estas características: Toluca, Pachuca y el Vaso de Texcoco

TOLUCA

- Las condiciones climatológicas de Toluca son adversas durante algunos meses del año, por la presencia de niebla en las primeras horas de la mañana, lo que puede reducir substancialmente su capacidad operativa; asimismo, su mayor elevación implica la pérdida de eficiencia en algunos equipos de vuelo.

PACHUCA

- La distancia de los centros de demanda al poniente de la zona metropolitana implica altos costos de transporte para los usuarios y tiempo de traslado, de por lo menos, el doble que al AICM, adicionalmente requiere inversiones muy cuantiosas en infraestructura vial y de transporte.
- En el valle de Zapotlan, próximo a Pachuca, se ubica un área donde se puede construir el aeropuerto, pero no se dispone de registros climatológicos que permitan conocer la intensidad y dirección de los vientos dominantes, fundamental para confirmar la única orientación factible de pistas, así como la posible presencia de niebla, que en Santa Lucía alcanza alrededor de 50 días al año, conforme a registros de la FAM y SENEAM; 10 veces más que el AICM.

CARACOL

- Dentro del área ocupada por la zona metropolitana de la Ciudad de México, el Vaso de Texcoco es la única superficie, libre de obstáculos, en la que todavía es posible ubicar un aeropuerto de gran capacidad, ya que ofrece las mejores condiciones climatológicas y de espacios aéreos.
- En la parte Norte del Vaso de Texcoco se cuenta con una localización donde es posible construir un gran aeropuerto de 5 pistas paralelas, con capacidad para atender al menos una demanda de 800 mil operaciones al año y 80 millones de pasajeros dependiendo de la mezcla de tráfico.
- En su primera etapa permite la operación simultánea con el AICM y no requiere cancelar la operación de la base aérea militar de Santa Lucía hasta que se opere la quinta pista (más de 50 años)
- No interfiere y es compatible con los programas hidráulicos y ecológicos del Vaso de Texcoco.
- Es el más conveniente para los usuarios y para las líneas aéreas, ya que se ubica a solo 15 km del AICM y no requiere la realización de cuantiosas inversiones en infraestructura vial y de transporte.

B.- PROYECTO

5.- OPERACIÓN AÉREA EN PRIMERA ETAPA CONJUNTA CON AICM

1.-Procedimientos operacionales y capacidad aeroportuaria de acuerdo a SENEAM.

- En condiciones de vuelo por instrumentos (IFR) la operación conjunta es factible. La capacidad teórica para una mezcla balanceada de despegues y aterrizajes, en ambos aeropuertos con control radar resulta:
 - En el flujo N-NE, 90 operaciones por hora (AICM 60, Caracol 30)
 - En el flujo S-SW, 75 operaciones por hora (AICM 60, Caracol 15 despegues con salidas condicionadas)
- Por vientos dominantes es posible mantener el flujo de mayor capacidad un 80% del tiempo. La capacidad del sistema sería de 413 mil operaciones por año (45% adicional al AICM).

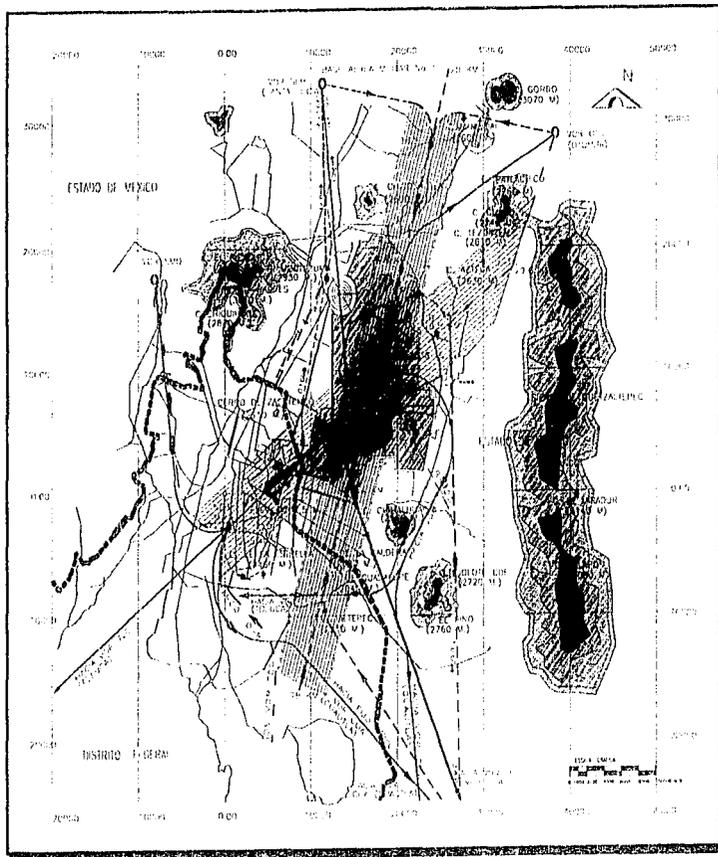
2.- Condiciones Meteorológicas

- Según registro de más de 40 años en el AICM solo se presentan condiciones meteorológicas abajo de los mínimos de operación 5 días al año. Debido a la cercanía con Caracol es que esta condición prevalece.

3.- Interacción con la base aérea militar de Santa Lucía

- De los despegues del AICM hacia el N-NE, aquellos que se canalicen hacia el VOR Santa Lucía pasan muy por encima del área restringida de 10,500 pies. Solo la falla de motor en despegue o en la ida al aire hace necesario bajar a 9,000 pies en un sector de dicha área (La zona de tránsito del aeropuerto SLM de 5 millas náuticas)
- Los registros de la Fuerza Aérea Mexicana y SENEAM indican que en Santa Lucía se presentan condiciones abajo de los mínimos 50 días al año (10 veces más que en el AICM) Ningún procedimiento del sitio propuesto Caracol afecta a la Base Aérea Militar .

OPERACION AEREA EN PRIMERA ETAPA CONJUNTA CON AICM

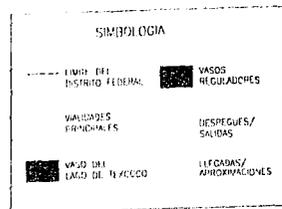
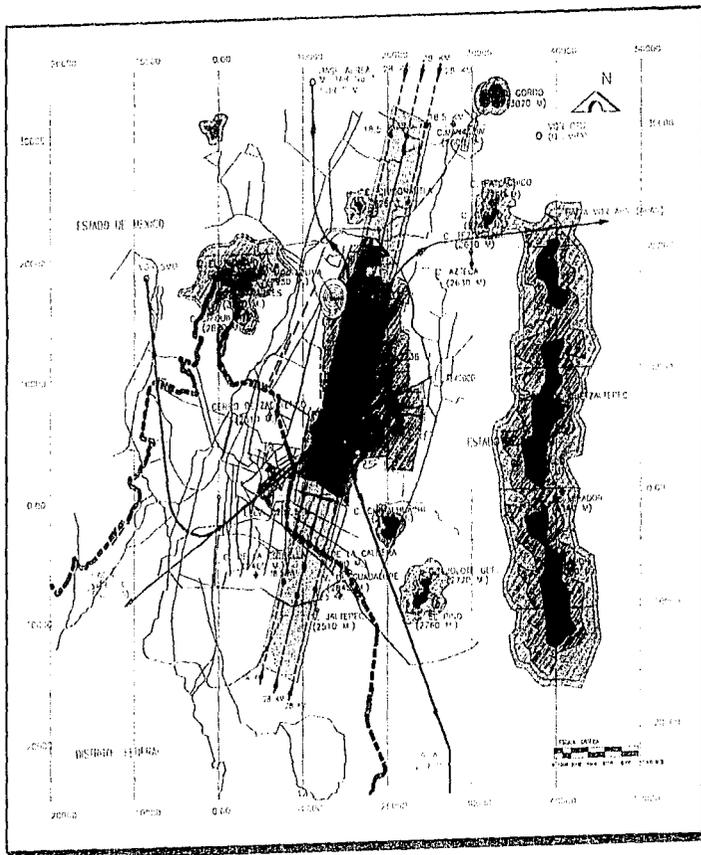


6.- OPERACIÓN AÉREA MÁXIMO DESARROLLO

Procedimientos operacionales y capacidad aeroportuaria

- De acuerdo con SENEAM con solo dos pistas para operación simultánea los espacios aéreos del sitio propuesto permiten manejar 108 operaciones por hora, del orden de 536 mil operaciones al año.
- En virtud de que el sitio admite hasta 5 pistas paralelas, 3 con operación simultánea, el Aeropuerto Caracol puede operar un mínimo de 800 mil operaciones anuales, dependiendo de la mezcla de tráfico.

OPERACION AFREA MAXIMO DESARROLLO



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

7.- CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA

PRIMERA ETAPA

ETAPAS

Debido a la magnitud de las inversiones y a las tendencias de crecimiento en pasajeros y operaciones demandadas, se hace necesario un plan de desarrollo por etapas del aeropuerto.

Las características y acciones que deberán tomarse en la primera etapa de desarrollo para la alternativa Caracol o aeropuerto complementario son las siguientes:

- 1. Se debe considerar la adquisición de la totalidad de los terrenos necesarios para el complejo aeroportuario.**
- 2. Construcción de una pista con características que cubran las necesidades en longitud y ancho para la operación del avión crítico en función de las condiciones físicas del sitio en cuestión.**
- 3. Construcción de una calle de rodaje con salidas de alta velocidad y dimensiones concordantes con la pista.**
- 4. Plataforma para estacionamiento de aeronaves, con 18 posiciones de contacto, considerando 25 operaciones por hora en hora crítica.**
- 5. Edificio terminal con capacidad de manejo de 2625 pasajeros en hora crítica.**
- 6. Torre de control y equipos de comunicaciones**
- 7. Radio ayudas con las características operacionales del aeropuerto**
- 8. Sistema de aterrizaje por instrumentos para esta 1ª etapa.**
- 9. Sistema de radares**
- 10. Ayudas visuales e iluminación.**
- 11. Instalaciones y equipos para el servicio de combustibles con capacidad necesaria para cubrir las necesidades de operación.**
- 12. Edificio, instalaciones y equipos del cuerpo de rescate y extinción de incendios.**
- 13. Oficinas administrativas con la dimensión necesaria para cubrir las necesidades de la 1ª etapa.**
- 14. Instalaciones para talleres de mantenimiento**
- 15. Sub-estaciones eléctricas y plantas de emergencias con capacidad para la 1ª etapa.**

16. Estacionamiento para vehículos de usuarios y pasajeros en función de las necesidades de la 1ª etapa.
17. Estacionamiento para empleados
18. Vialidades externas
19. Vialidades internas.

Determinación de la Aeronave Crítica y de los Requisitos de longitud de Pista Antes de poder determinar la mejor configuración geométrica para la alternativa en estudio, es necesario definir para este proyecto cual es la aeronave crítica y, por consiguiente, cual sería el requisito de longitud máxima de pista que debe tomarse en consideración.

Analizando a todas las aeronaves comerciales que actualmente están en servicio, especialmente los aviones de cabina ancha de tres motores (DC-10, L-1011, MD-11) y de cuatro motores (A340, Ilyushin Il-86, B747), sin lugar a dudas, dado su gran tamaño y capacidad, así como los altos pesos brutos con los que opera, es el BOEING 747-400, el JUMBO JET 747 de nueva generación, el avión en versiones de pasajeros y carga más grande y pesado que esta efectuando operaciones en los diferentes aeropuertos de categoría internacional del mundo. Este avión es representativo del transporte de aerolínea con una capacidad de pasajeros de 400 en tres clases, para vuelos de largo alcance, hasta 566 en dos clases (primera y económica), para vuelos de corto alcance en operaciones domésticas, y un máximo de 600-630 pasajeros en una sola clase económica. Dadas sus dimensiones y pesos el B747-400 es definitivamente el mayor de todos los aviones de cuerpo ancho (wide body) que están operando a la fecha. En poco tiempo entrara en servicio otro avión, el nuevo B777-200 (bimotor de cabina ancha y gran capacidad de pasajeros), que como los bimotores A330-200 y A330-300, y también los cuatrimotores A340-200 y A340-300, así como el trimotor de largo alcance MD-11, conforman un nuevo abanico de aeronaves que deben tomarse en consideración. Sin embargo, de acuerdo a información técnica que se ha consultado estos aviones no requieren una mayor longitud de pista para despegue con respecto al B747. Se esta considerando, por consiguiente, que si se diseña un aeropuerto para que pueda operar sin limitaciones el B747-400, cualquier otro avión que en el futuro cercano o lejano se diseñe y construya podrá operar también sin ningún problema, tomando en cuenta los grandes avances que en materiales, estructuras y sobre todo en capacidad de empuje de los nuevos motores de turboabanico de tecnología avanzada, se están alcanzando, para satisfacer la demanda del mercado de la aviación comercial de finales del siglo XX y principios del XXI. Considerando, por lo antes explicado, el avión B747-400 con motores PW 4056, como representativo, el Peso Máximo de Despegue Permisible para la alternativa Caracol sería :

Avión Crítico: B747-400

Motores: PW 4056

Elevación : 7350'(2240m.s.n.m.)

Aletas Optimas

Temperatura ambiente : 0 °C

Peso Máximo de Despegue Permisible : 837,000 lb = 379, 657 kg

Longitud de Pista Requerida: 15,748 pies = 4,800 m.

Para una temperatura ambiente de 20 °C:

Peso Máximo Despegue (PMD) =814,000lb=369,224 kg

Longitud de Pista Requerida=15,800 pies=4,816m

PMR=817,000 lb = 370,585 kg

Para una temperatura ambiente de 30 °C:

Peso Máximo Despegue=773,000 lb= 350,627 kg.

Longitud de Pista Requerida = 15,800 pies= 4,816 m.

Habiendo considerado las mejores recomendaciones de la OACI y de la FAA para localización y diseño de calles de rodaje, así como el concepto de diseñar un aeropuerto que posea las dimensiones y mejores características generales de operación para el futuro, se llegó a la siguiente configuración :

El Peso Máximo de Despegue Permisible esta limitado por velocidad de llantas.

COMO LONGITUD DE PISTA DEL PROYECTO SE ESCOGIÓ : 4,800 m

ORDEN DE CONSTRUCCIÓN DE LAS PISTAS

PISTA 1 4,800 m X 60 m (01I - 19 D)

PISTA 2 4,500 m X 45 m (01D - 19 I)

PISTA 3 4,800 m X 60 m (02D - 20 I)

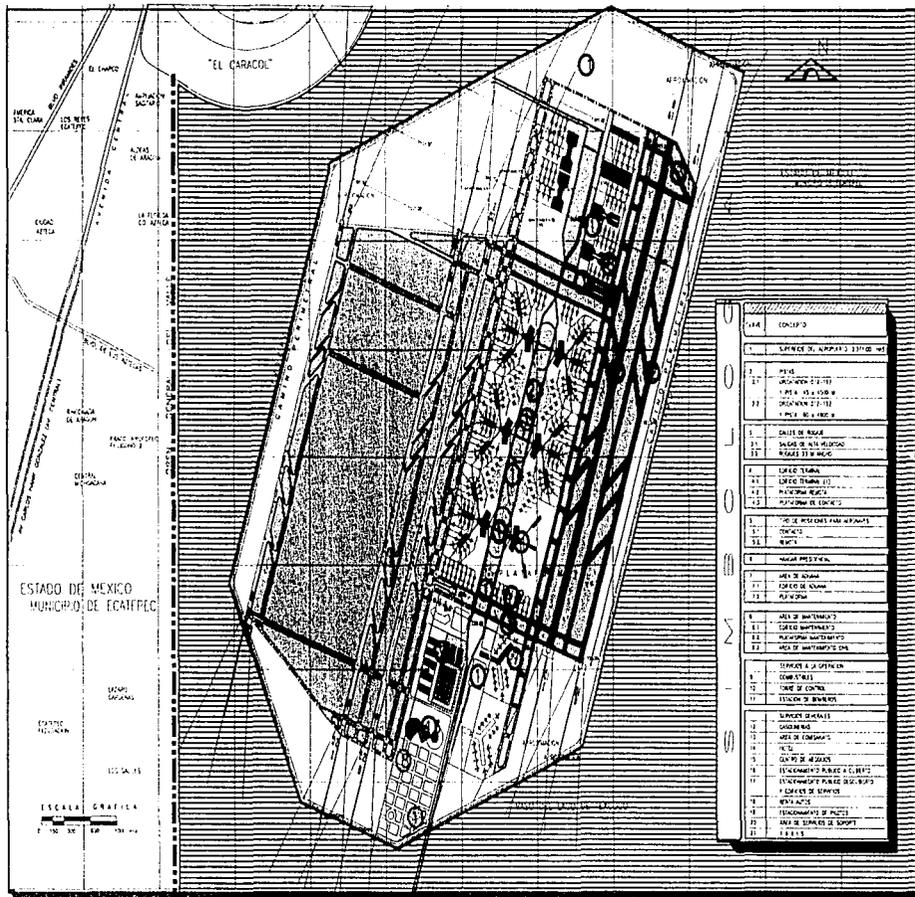
PISTA 4 4,500 m X 45 m (02I - 20 D)

PISTA 5 3,800 m X 45 m (03 - 21) Restringida por obstáculos y usos del suelo e infraestructura hidráulica del Lago de Texcoco.

PESOS MAXIMOS DESPEGUE

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TEXCOCO-CARACOL -TXE						
PESOS MAXIMOS DE DESPEGUE Y LONGITUD DE PISTA REQUERIDA						
					AVION B747-400	
					MOTORES PW 4056	
TEMP.	LONGITUD DE PISTA REQUERIDA EN PIES					
°C	15200	15400	15600	15800	16000	16200
0	833	834	835	837	838	839
14	814	819	823	825	825	825
20	803	808	812	814	814	814
26	783	786	790	793	793	793
30	767	770	772	773	773	773
TODOS LOS PESOS MAXIMOS DE DESPEGUE EN MILES DE LIBRAS						
LOS PESOS DE DESPEGUE MAXIMOS PERMISIBLES ESTAN LIMITADOS						
POR VELOCIDAD DE LLANTAS.						
ALETAS OPTIMAS						
PESO MAXIMO DE DESPEGUE ESTRUCTURAL: 870,000 lb (394,625 kg)						
FACULTAD DE						
INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL			LUIS AYESTARAN	
U.N.A.M.						

CONFIGURACION GEOMETRICA PRIMERA ETAPA



9.- ÁREA TERMINAL MODULAR

PLANTA BAJA

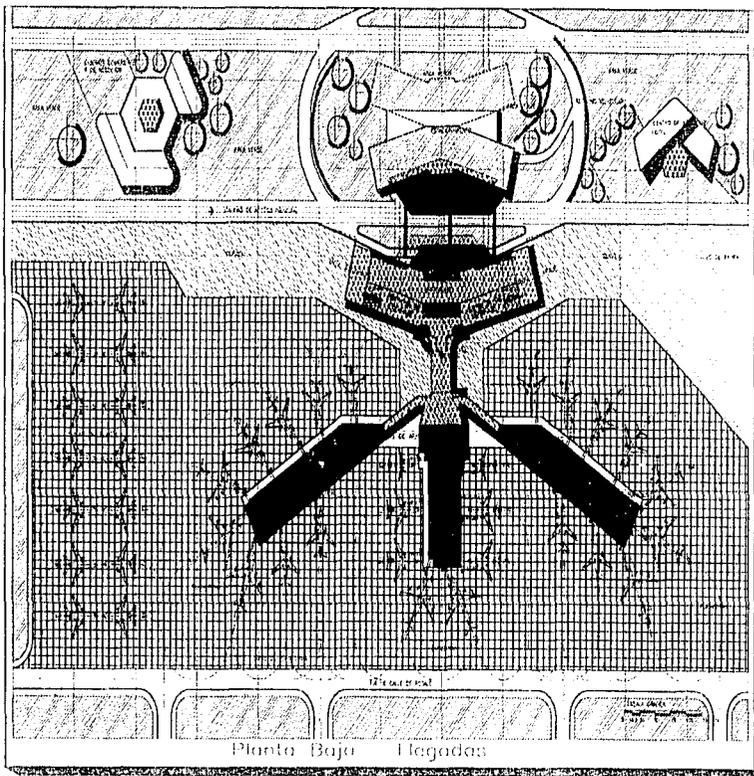
- El edificio terminal cuenta con un área de 52,360 m² por planta dando como resultado un índice aproximado de 10 m²/PAX.
- Aquí se realizara el proceso de llegada de pasajeros contando con servicios de migración, aduana y entrega de equipaje, como también se realiza la selección de equipaje y el área de bodegas y oficinas de líneas aéreas.
- La construcción de este edificio se realizara en tres etapas, tanto en planta baja como en planta alta.
- 1ª ETAPA:
Edificio central con un muelle contando con 9 posiciones en contacto.
- 2ª ETAPA:
Se construye un segundo muelle, teniendo 17 posiciones en contacto.
- 3ª ETAPA:
Construcción del 3er muelle llegando a un total de 26 posiciones en contacto.
- Cuenta con un edificio de estacionamiento de tres niveles para 700 autos por planta.

PLANTA BAJA

ANÁLISIS DE ÁREAS

CONCEPTO	ÁREA m2	%
Vestíbulos y circulaciones	10993.00	23.99
Migración	972.00	1.85
Entrega Equipaje	4551.00	8.69
Aduana	1524.00	2.91
Selección Equipaje	3924.00	7.49
Líneas Aéreas	17722.00	33.84
Concesiones	8584.00	16.39
Servicios	454.00	0.86
Administración Aeroportuaria	3636.00	6.94
TOTAL PLANTA BAJA	52360.00	100

AREA TERMINAL MODULAR



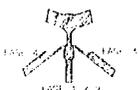
ANÁLISIS DE ÁREAS

CONCEPTO	ÁREA (m ²)	%
VESTIBULOS Y CIRCULACIONES	10993.00	23.9
MIGRACION	977.00	1.8
ENTRECA-EQUIPAJE	4561.00	8.6
ADUANA	3124.00	2.9
SELECCION EQUIPAJE	2924.00	7.4
LINAS AEREAS	17277.00	33.8
CONCESIONES	6084.00	16.2
SERVICIOS	454.00	0.8
ADMINISTRACION AEROPORTUARIA	5646.00	6.9
TOTAL PLANTA BAJA	52360.00	100.0

PLANTA BAJA	52360.00	50.0
PLANTA ALTA	52360.00	50.0
TOTAL EDIFICIO	104720.00	100.0

Simbología

Plano de Orientación



10.- ÁREA TERMINAL MODULAR

PLANTA ALTA

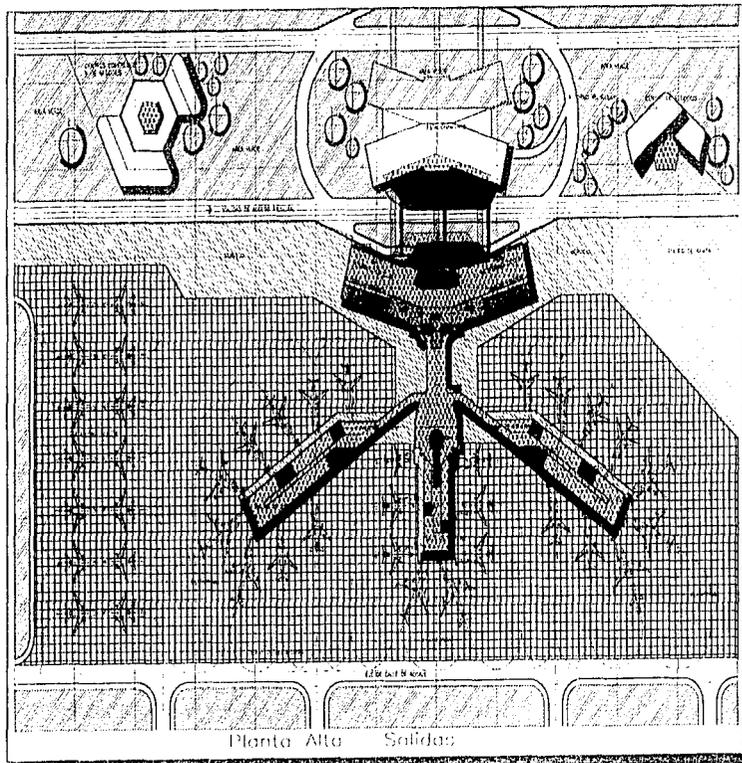
- El edificio terminal cuenta con un área de 52360 m² por planta dando como resultado un índice aproximado de 10m²/PAX.
- En Planta Alta se realiza el proceso de salida de pasajeros contando con servicios de documentación, equipo de revisión de pasajeros y equipaje (ERPE), salas de espera y oficinas de operación para líneas aéreas.
- Adicionalmente se tienen servicios al pasajero como bancos, restaurantes boutiques, tienda libre de impuestos, casas de cambio, baños, etc.
- El estacionamiento mantiene una comunicación con el vestíbulo general en este nivel mediante puentes peatonales.
- Las salas de última espera están ligadas con las aeronaves mediante 26 aeropuentes, 9 en cada uno de los muelles laterales y 8 en el muelle central.

PLANTA ALTA

ANÁLISIS DE ÁREAS

CONCEPTO	AREA m2	%
Documentación	801.00	1.52
Vestíbulo y circulaciones	22795.00	43.53
Concesiones	5369.00	10.25
Líneas aéreas	2867.00	5.47
Equipo de revisión de pasajeros y equipo	1408.00	2.68
Servicios	1388.00	2.65
Salas de Espera	13459.00	25.70
Administración Aeroportuaria	2728.00	5.21
TOTAL PLANTA ALTA	52360.00	100.00

AREA TERMINAL MODULAR PLANTA ALTA



Planta Alta Solidas

ANÁLISIS DE ÁREAS		
CONCRETO	ÁREA-m ²	%
DOCUMENTACIÓN	801.10	1.5
VESTIBULOS Y CIRCULACIONES	22.70	43.5
CONDICIONES	4.55	10.3
LINEAS AERIAS	208.20	3.4
EQUIPO DE REVISION PASAJEROS Y LOOP	1.40	2.6
SERVICIOS	1.76	2.8
SALAS DE ESPERA	1.89	2.9
ADMINISTRACION AEROPORTUARIA	2.72	5.2
TOTAL PLANTA ALTA	5,250.00	100.0
PLANTA BAJA	52,340.00	59.6
PLANTA ALTA	52,360.00	59.6
TOTAL EDIFICIO	104,720.00	100.0



ESCALA 1:500
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

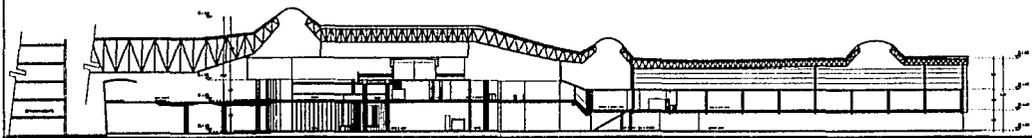
RESUMEN DE AREAS TERMINALES MODULARES

PLANTA BAJA	52360.00	50.00
PLANTA ALTA	52360.00	50.00
TOTAL EDIFICIO	104720.00	100.00

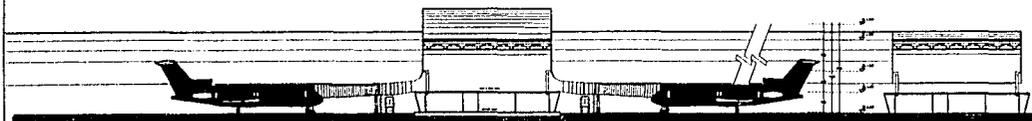
AREA TERMINAL MODULAR CORTES ARQUITECTONICOS GENERALES



CORTE LONGITUDINAL A - A'



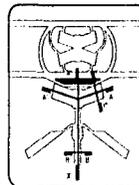
CORTE X - X'



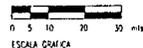
CORTE B-B'



CORTE TRANSVERSAL Y - Y'



LOCALIZACION



ESCALA GRAFICA

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

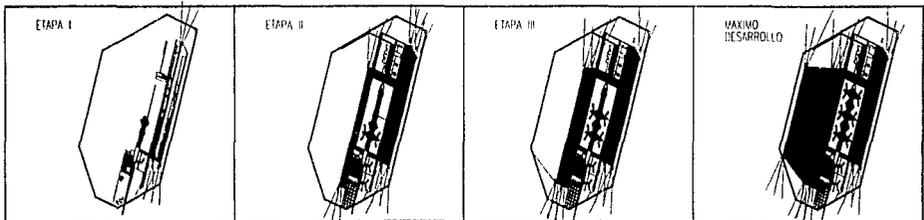
TESIS PROFESIONAL

ESTIMACION DE INVERSIONES POR ETAPAS DEL COMPLEJO AEROPORTUARIO

MILES DE PESOS

CONCEPTO *	UNIDADES	COSTO (MILLONES DE PESOS)	1ª FASE				2ª FASE				ETAPA III		ETAPA IV		MAXIMO DESARROLLO	INVERSION TOTAL POR CONCEPTO
			CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO		
ESQUEMA OPERATIVO																
NUMERO DE PISTAS	PISTA		1		2		2		2		4		4		5	
CAPACIDAD OPERACIONAL	MILES DE OPERACIONES/AÑO		55		55		115		178		475		600		800	
NUMERO DE PASAJEROS	MILLONES POR AÑO		5		5		11		13		48		60		80	
POSICIONES EN CONTACTO	NUMERO		8		8		17		26		78		130		156	
POSICIONES RENOVAS	NUMERO						4		8				56		70	
TERRENOS	HECTAREA	1032	291	81.473	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.473
PISTAS	PISTA	202.893	1	202.893	2	202.893	2	2	2	202.893	4	202.893	4	202.893	5	202.893
RODAJES Y SALIDAS	MILES DE M2	8.653	900	587.700	1.600	457.100	1.600	-	1.600	2.502	584.100	3.200	401.100	4.000	527.400	1.614.000
PLATAFORMAS DE CONTACTO	PLATAFORMA	7.944	8	63.552	8	-	17	11.496	26	413.088	39	413.088	130	413.088	156	205.244
PLATAFORMAS RENOVADAS	PLATAFORMA	4.918	8	-	-	-	4	18.672	8	18.672	35	137.265	56	103.278	70	68.652
EDIFICIO TERMINAL	POSICIONES DE CONTACTO	21.666	8	173.328	8	-	17	134.934	26	194.934	78	176.632	130	176.632	156	563.516
MARCAJES	ETAPA	84.862	1	84.862	1	-	-	-	-	2	84.862	3	84.862	4	84.862	339.448
CREI	SITIO DE PISTAS	41.284	1	41.284	1	-	-	-	-	2	41.284	2	-	2	-	82.568
INSTALACIONES DE CONSUMO	PLATAFORMA DE CONTACTO	12.788	8	102.304	8	-	17	115.192	26	115.032	86	104.916	130	684.916	156	332.488
TORRE DE CONTROL	AEROPUERTO	18.042	1	18.042	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	18.042
INSTALACIONES ELECTRICAS	PLATAFORMAS DE CONTACTO	118	8	944	8	-	17	1062	26	1052	78	6.135	130	6.136	156	3.048
BANAR Y RADIO AYUDAS	AEROPUERTO	24.960	1	24.960	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	24.960
PROYECTOS Y SUPERVISIÓN	10 %	-	-	201.200	-	98.939	-	60.347	-	10.347	-	459.254	-	458.846	-	237.661
IMPRESVISTOS	20 %	-	-	201.414	-	151.789	-	92.533	-	92.533	-	248.897	-	203.562	-	456.417
TOTAL POR ETAPA				888.257		810.729		555.190		555.190		4.499.233		4.721.372		7.738.644
TOTAL ACUMULADO				1.889.959		2.620.746		1.355.944		1.911.140		8.410.435		9.631.804		15.370.308
TOTAL POR ETAPA EN MILLONES DE DOLARES (mar. de 1997.8.08/20)				236		144		69		69		562		526		342
TOTAL ACUMULADO EN MILLONES DE DOLARES US (mar. de 1997.8.08/20)				236		350		419		489		1.005		1.519		1.924

* No se incluyen en este programa inversiones en hoteles, centros comerciales, instalaciones de líneas aéreas e instalaciones y equipamiento en concesiones en los cuales participen otros inversionistas.
 Tiempo se incluye en SA



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL

13.-TRANSPORTE

En una urbe como la Ciudad de México, la localización del aeropuerto tiene un fuerte impacto en el tiempo que invertirán los pasajeros en trasladarse al mismo con importante repercusión económica en horas hombre destinadas a transportación, por lo tanto es importante medir este efecto así como determinar la infraestructura que se requiera ejecutar para la adecuada operación del aeropuerto , permitiendo ligar en forma eficiente la nueva terminal con los centros generadores y receptores del tráfico de pasajeros y con el AICM, determinando las soluciones que se consideren más adecuadas y estimando los recursos necesarios para su instrumentación.

Por lo tanto esta sección de la tesis tuvo el objeto de:

- Evaluar las condiciones viales del área metropolitana de la ciudad de México en relación con la opción determinada para ubicar la terminal aérea complementaria.
- Proponer para la alternativa las obras necesarias para el mejoramiento del sistema vial existente que permitan una adecuada operación del nuevo aeropuerto.

MACROZONA :NORPONIENTE

CENTROIDE : PERIFÉRICO PONIENTE Y STA. MONICA

	DISTANCIA (km)	TIEMPO Min. Seg.	VELOCIDAD (km/hr)
Opción 1: Periférico-Vía JLP-Autopista y Libre a Pachuca	65.7	52'	63.4
Opción2: Periférico-JLP y Autopista a Pachuca	68	51' 50"	66.5

	DISTANCIA	TIEMPO		VELOCIDAD
	(km)	Min.	Seg.	(km/hr)
Opción3: Periférico-JLP-Tultitlán y Diagonal FFCC	56.1	37'	14"	74.5
Opción4: C.Atizapán-Tlalnepantla-Autopista Chamapa-Lechería-Vía JLP-Autopista y Libre	72.9	61'	55"	59.9
Opción 5: Sta. Mónica-Las Armas-Eje 4 Norte-Insurgentes Norte-Autopista y Libre	72.9	59'	13"	62.9
Opción6:C.Atizapán-Tlalnepantla-Autopista Chamapa-Lechería-Libramiento-La Quebrada y Diagonal FFCC.	61.2	44'	14"	69.1

MACROZONA: NORTE

CENTROIDE: C. VALLEJO Y EJE 5 NORTE

Opción 1: Eje 4 Norte- Insurgentes Norte- Autopista y Libre	59.2	52'	25"	55
---	------	-----	-----	----

MACROZONA :NORORIENTE

CENTROIDE: AV. CENTRAL Y RIO DE LOS REMEDIOS

Opción 1: Av. Central-Gran Canal y Diagonal FFCC	59.5	41'	17"	81.9
--	------	-----	-----	------

MACROZONA: PONIENTE

CENTROIDE: PERIFERICO PONIENTE Y P. DE LA REFORMA

Opción 1: Reforma- Circuito Poniente- Insurgentes Norte- Autopista y Libre	68.6	55'	54"	72.1
--	------	-----	-----	------

	DISTANCIA	TIEMPO		VELOCIDAD
	(km)	Min.	Seg.	(km/hr)
Opción 2: Reforma-Cto. Poniente-Insurgentes Nte. y Autopista	70.9	53'	11"	78.2
MACROZONA :CENTRO				
CENTROIDE: VIADUCTO Y TLALPAN				
Opción 1: Viaducto Poniente- Insurgentes Norte -Autopista	73.2	70'	02"	63
Opción 2: Viaducto Oriente-Circuito Oriente-Av. 608-Av Central- Av. Nacional y Libre	69.2	67'	26"	61.2
Opción 3: Viaducto Poniente-Circuito Poniente- Insurgentes Norte- Autopista	75.4	59'	25"	75.6
Opción 4: Viaducto Oriënte- Circuito Oriente - Av. 608- Av. Central- Gran Canal y Diagonal FFCC.	73	58'	39"	69.5

MACROZONA :ORIENTE
CENTROIDE:PERIFERICO ORIENTE Y C.I. ZARAGOZA

Opción 1: Periférico-Av.Central-Gran Canal y Diagonal FFCC	67.6	67'	29"	59.6
---	------	-----	-----	------

MACROZONA :SURPONIENTE
CENTROIDE:PERIFERICO PONIENTE Y SAN JERONIMO

Opción 1: Periférico-Cto.Poniente-Insurgentes Nte.-Autopista	79.7	75'	45"	64
---	------	-----	-----	----

MACROZONA: SUR

CENTROIDE: PERIFERICO SUR Y AV. ESTADIO GUILLERMO CAÑEDO

DISTANCIA	TIEMPO		VELOCIDAD
(km)	Min.	Seg.	(km/hr)

Opción 1: Periferico Sur y Poniente-Circuito Poniente-Insurgentes Norte y Autopista

89.1	78'	49"	66.5
------	-----	-----	------

MACROZONA : SURORIENTE

CENTROIDE: PERIFERICO-AV. CENTRAL Y DIAGONAL FFCC

Opción 1: Periférico- Av. Central- Diagonal FFCC

77.1	79'	54"	56.8
------	-----	-----	------

14.- ESQUEMA VIAL DE PRIMERA ETAPA

Los requerimientos necesarios de vialidad para la 1ª etapa de funcionamiento del nuevo aeropuerto son los siguientes:

a) Relación de Aeropuertos: AICM y Caracol

- Construcción de un paso a desnivel en la vía Texcoco y la calle Texcoco. (2)
- Mejoramiento de la prolongación de la Calle Texcoco.

1.- Nivel Zonal

- Construcción de un distribuidor en el eje 3 Norte y 6 Av. 608. (1)
- Construcción de paso a desnivel de los ejes 4 y 5 Norte y Vía Texcoco. (3)
- Mejoramiento vial en Circuito Interior Norte y Av. Oceanía. (5)
- Construcción de dos distribuidores ya contemplados por la Línea "B" del metro en las siguientes intersecciones:
 - Prolongación de ejes 4 y 5 Norte y Av. Central.(6)
 - Periférico Norte y Av. Central. (7)

2.- Nivel Metropolitano.

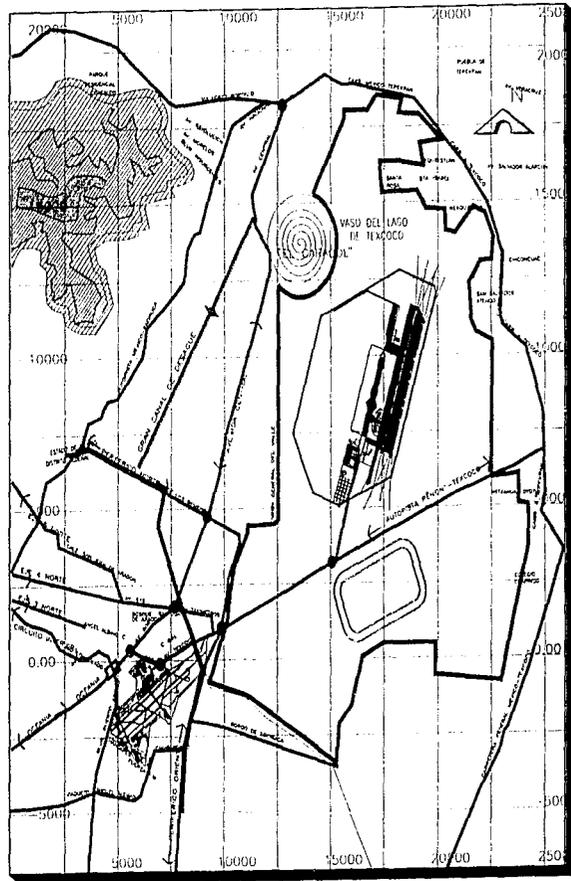
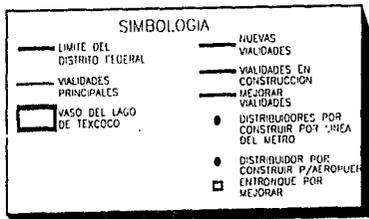
- Construcción de un distribuidor en la intersección de Periférico Oriente y la autopista Peñón -Texcoco.(3)
- Construcción de 5 km. de acceso de 2 carriles por sentido y un paso a desnivel en la autopista Peñón -Texcoco.(4)
- Mejoramiento de la vía Texcoco

Para etapas futuras se requiere establecer contacto vial al Norte y al Poniente del Nuevo Aeropuerto, para lo cual se proponen las siguientes acciones:

- Construcción de paso a desnivel en Av. Central (a la altura del Caracol) y su respectiva vialidad.
- Construcción de paso a desnivel en la carretera México- Tepexpan y la autopista Pirámides-Tulancingo y su vialidad respectiva.

- Las diferencias presentadas en los dos aeropuertos, tanto en distancia como en tiempos, no son significativas
- Según el promedio pesado (ponderado a nivel metropolitano) el recorrido al nuevo aeropuerto, se hará solo en 4 minutos más.
- Se presentan dos zonas con 13 y 12 minutos extra de recorrido, que son la zona Centro y Sur, 21% y 13% de la demanda respectivamente.
- Se mejora substancialmente el tiempo de la zona Norponiente (18%), se recorrerá en 8 minutos menos que al AICM.
- Las dos zonas restantes con demandas relevante Poniente (15%) y Surponiente (11%) no presentan diferencias importantes ya que se harán en 6 y 3 minutos extra.

ESQUEMA VIAL DE PRIMERA ETAPA

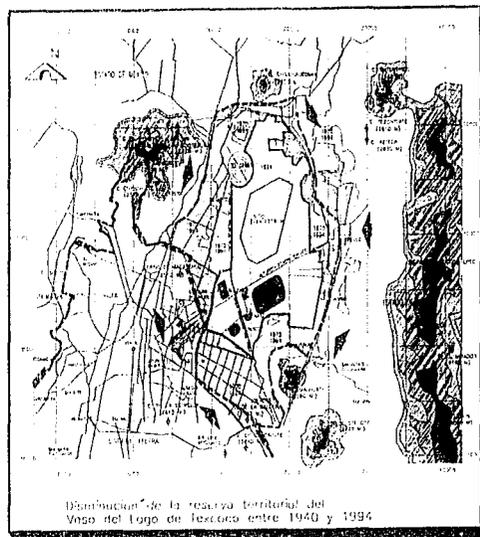
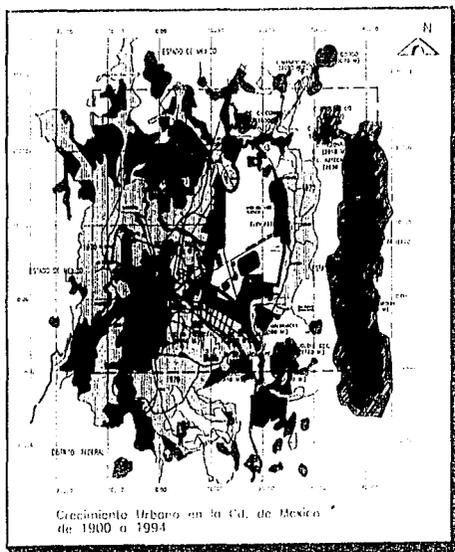


C.- INTERACCIÓN CON LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

16.- CRECIMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA

- Entre 1970 y 1994, la Cd. de México creció significativamente en forma de círculos concéntricos, con relación al primer cuadro de la ciudad.
- El peso relativo de la participación de las zonas Norponiente, Poniente, Sur y Surponiente, en la demanda de servicios aéreos, se mantuvo sensiblemente estable entre 70% y 80%.
- Es de esperarse que en el futuro la participación de estas zonas en la demanda aeroportuaria, disminuya ante el crecimiento probable de las zonas Norte y Noreste. Sin embargo, las características socioeconómicas de la población que utiliza el aeropuerto, permiten suponer que continuara siendo la zona de demanda más importante.
- El importante papel que juega la superficie que ocupa el Vaso de Texcoco en el equilibrio urbano y ecológico del área de la Ciudad de México y zonas conurbadas, hace imperativo conservarla sin invasiones de la mancha urbana.
- Bajo estas consideraciones resulta atractivo mantener la ubicación del aeropuerto en el Vaso de Texcoco, debido a que permite reforzar el criterio de evitar el crecimiento urbano en esa reserva y porque sigue siendo la opción más atractiva desde el punto de vista de la ubicación de los usuarios.
- El sitio para construir el nuevo complejo aeroportuario se ubica en terrenos muy salinos que anteriormente alojaban los pozos de extracción de agua para producción de salmuera.
- Además de cumplir satisfactoriamente con las condiciones derivadas del espacio aéreo, presenta la ventaja de ser totalmente compatible con los usos actuales y proyectados en el vaso: Infraestructura Hidráulica y Ecológica, Rellenos Sanitarios, Plantas de Tratamiento y Facilidades Recreativas.

CRECIMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA



17.-PROGRAMAS REGIONALES DE DESARROLLO URBANO

- Conforme a los programas del Gobierno del Estado de México el crecimiento de la zona metropolitana del Valle de México, se alojara en las porciones Norte, Oriente y Nororiente de la misma.
- En dichas porciones existe suficiente capacidad para alojar a 4.5 millones de habitantes, que se distribuirán en los siguientes subsistemas:

ECATEPEC	0.5 MILL DE HAB.	PLAZO CORTO
TEXCOCO	0.8 MILL DE HAB.	PLAZO MEDIO
IXTAPALUCA	1.2 MILL DE HAB.	PLAZO CORTO
TEOTIHUACAN	2.0 MILL DE HAB.	PLAZO LARGO
TOTAL REGIONAL	4.5 MILL DE HAB.	

- Para contar con un cinturón verde para la zona metropolitana se preservaran las zonas con potencial agropecuario, forestal y de recarga del acuífero.
 - Se propone generar tanto en ECATEPEC como en IXTAPALUCA, 2 centros regionales de servicios, en donde se de todo tipo de equipamiento urbano educacional de salud, abasto y comercial.
 - Se contempla la reconversión industrial y la maquila a nivel familiar, para lograr un desarrollo sustentable y autosuficiente.
 - Los tres subsistemas desarrollables a corto y mediano plazo, se estructurarán en base a un sistema de infraestructura vial y ferroviaria que consiste en lo siguiente:
 - Enlaces viales concéntricos y radiales.
1. Anillo Periférico Norte y Oriente (existente)
 2. Anillo carretero Ecatepec-Texcoco-Ixtapaluca (existente)
 3. Anillo Transmetropolitano Nororiente (proyecto)
 4. Perimetral Temascalapa Poniente del Lago y del río de la Compañía
 5. Libramiento Norte (proyecto)

6. Autopista a Pachuca (existente).
7. Autopista a Pirámides(existente).
8. Carretera libre a Pachuca (existente).
9. Carretera libra a Pirámides (existente).
- 10.Avenida Central(existente).
- 11.Peñón Texcoco (existente).

- Enlaces ferroviarios:

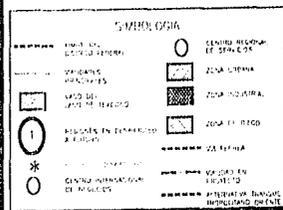
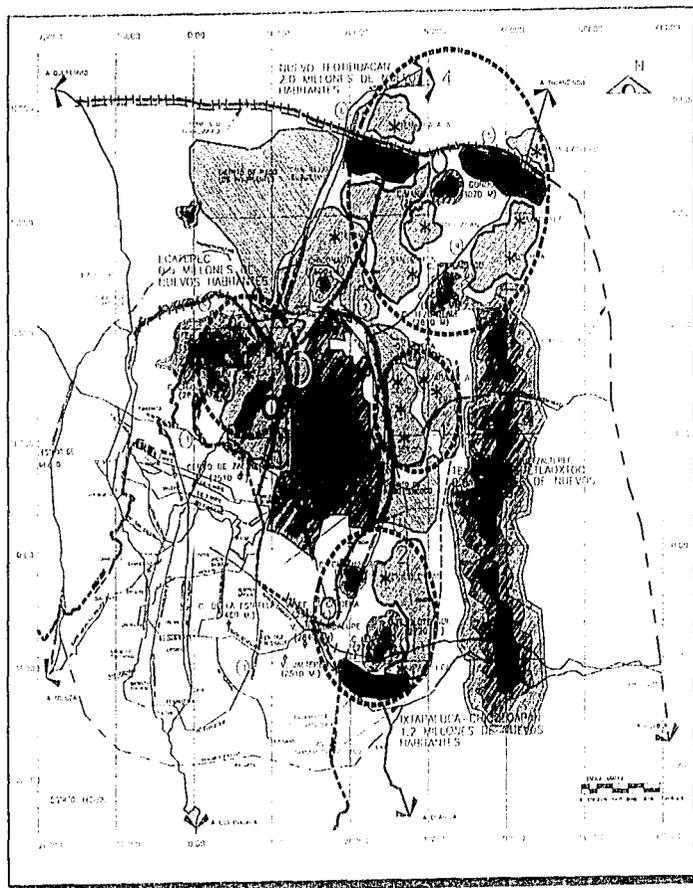
- A.- Ecatepec-Texcoco-Ixtapaluca (proyecto)

- B.-Línea "B" del metro (en construcción)

- C.-Línea Lechería-Ecatepec (proyecto)

- Lo anterior refuerza notoriamente la ubicación del Nuevo Aeropuerto en el Lago de Texcoco desde el punto de vista del desarrollo urbano, ya que especialmente favorece e integra la infraestructura del transporte mencionado: vial y ferroviaria con la aeroportuaria.
- La opción Caracol complementa los planes y programas de desarrollo regional de las instancias federal y estatal.

PROGRAMAS REGIONALES DE DESARROLLO URBANO



18.-USOS DEL SUELO EN EL VASO DE TEXCOCO

La Alternativa Caracol comprende una superficie de alrededor de 3,370 Ha. Que representan el 35 % de la superficie que abarca el territorio del Vaso de Texcoco, de las cuales 2,579 Ha se ubican en la parte Norponiente de la zona federal y 791 Ha. en terrenos que dependiendo de su situación legal, pueden adquirirse por compra o expropiación, dado que actualmente no presentan uso alguno.

La superficie del Vaso constituye la mayor reserva no ocupada por el desarrollo urbano dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México; sin embargo, esta reserva ha estado sometida a fuertes presiones urbanas que han hecho que pierda en los últimos años, alrededor de 4,500 Ha. superficie mayor a la que ocupará el nuevo aeropuerto.

En una zona en que la carencia de las áreas verdes y recreativas es de las más agudas, los programas actuales permiten la conservación de la superficie remanente libre de usos compatibles con la ecología, como es el caso de: control hidráulico; tratamiento de aguas residuales con disposición de lodos; equilibrio ecológico con regeneración de flora y fauna; cuerpos de agua; creación de suelo mediante rellenos sanitarios y áreas recreativas.

La Alternativa Caracol no presenta conflictos con los programas actuales y no interfiere con los proyectos hidráulicos previstos, por el contrario si como en otros países, se adoptan políticas de generación de ingresos mediante el cobro por uso hidráulico, rellenos sanitario y aeroportuario, entre otros, puede acelerarse la regeneración del Vaso e invertir en medidas de mitigación en sitios alternativos como la Laguna de Zumpango, para atraer las aves que estacionalmente llegan al Valle y que implican un riesgo para la operación del AICM.

Lo anterior es totalmente congruente con lo dispuesto en los artículos 2 y 4 del protocolo de la convención de RAMSAR, adoptada por nuestro país en 1986.

La existencia del nuevo complejo aeroportuario coadyuva en la defensa de la reserva contra las presiones urbanas, toda vez que además de ser un límite físico, incrementa la generación de recursos que dan viabilidad a los programas de mejoramiento y conservación que pueden ser instrumentados con mayor eficiencia y celeridad.

En el mediano plazo se presenta la ventaja de que el área que actualmente ocupa el AICM será recuperada para beneficio de la población circundante.

a)PROBLEMÁ GEOTECNICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PISTAS CONSTRUIDAS SOBRE EL ANTIGUO LAGO DE TEXCOCO.

Técnicos mexicanos han desarrollado en los últimos veinte años metodologías para construir pavimentos en suelos como los del AICM, consistentes en una compensación del peso que se retira del subsuelo por estructuras de pavimento a base de materiales ligeros (tezontle) , dejando la capa superior con resistencia

suficiente para soportar las aeronaves actualmente en uso. Estas técnicas permiten que el cuerpo de las pistas floten en el terreno, evitando hundimientos fuera de control que ocasionan gastos mayores de conservación. Por lo anterior la nueva alternativa no presentará los problemas de conservación de las existentes, disminuyendo además los costos correspondientes de conservación. Como consecuencia de la muy particular dificultad de las condiciones del subsuelo, el desempeño de las pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México ha presentado problemas muy peculiares.

En suelos cohesivos saturados el esfuerzo deformación, es complejo dado que la arcilla está formada de pequeñas partículas que deben rotar o deslizar para que el esfuerzo cortante se produzca.

Las diferencias más significativas son:

Primero.- El suelo es compresible, por tanto cuando se aplica carga a una arcilla saturada, ésta es tomada inicialmente por el esfuerzo neutral (tensión capilar), y no es transmitida a la estructura del suelo.

Segundo.-La permeabilidad de la arcilla es tan baja que el esfuerzo neutral (tensión capilar), producido por la carga, se disipa tan lentamente, que el proceso puede tomar meses, años o décadas antes de que la estructura del suelo resienta todo el incremento del esfuerzo.

Tercero.-Existen fuerzas que se desarrollan entre las partículas de arcilla por su mutua atracción y repulsión.

Con arcillas de estas características, las soluciones viables probadas son:

a) La compensación de la sobrecarga al terreno, mediante sustitución, (volumen por volumen), con el objeto de disminuir los asentamientos.

b) Mediante drenes de arena, más precargas que aceleren el proceso de consolidación de estrato, para disminuir los asentamientos diferenciales, (Más el proceso del inciso (a))

c) El uso del jet grouting (mismo concepto del inciso (a))

Un análisis minucioso de las pruebas de campo y el estudio de las muestras, proporcionará la solución más económica, que cumpla con las necesidades establecidas en el propósito que se persigue.

b) ESTUDIOS REALIZADOS PARA CIMENTACIÓN DE AEROPISTAS EN EL LAGO DE TEXCOCO

Se tiene analizada una nueva sección estructural, la cual se cree que se adaptará mejor a las condiciones geotécnicas que se presentan en las pistas, y de esta forma resolver en forma substancial los problemas en los que se encuentran involucradas para poder asegurar pistas estables construidas en depósitos lacustres altamente compresibles. Este diseño está basado en una sección de pista que fue instrumentada y con una base de materiales de prueba. Con esto se pretendía obtener una correlación entre la teoría y la realidad.

El subsuelo en que el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se localiza tiene condiciones especialmente difíciles, por que se construyó sobre el antiguo lecho del Lago de Texcoco. Serios problemas han surgido con las pistas y su mantenimiento. Estos problemas son originados en su mayoría como consecuencia de los depósitos lacustres altamente compresibles localizados en profundidades de hasta 60 m.

El perfil típico del suelo en esa área muestra variación de las propiedades como: contenido de agua, resistencia al esfuerzo cortante en pruebas triaxiales no drenadas, y en pruebas de cono estático, así como las presiones efectivas y de preconsolidación.

Se puede puntualizar que la resistencia al esfuerzo cortante en las capas superiores alcanza valores típicos del orden de 1.5 ton/m² (15 kPa). El promedio del coeficiente de compresión volumétrico se encuentra entre 0.008 y 0.025 m²/ton, (8.1, 25.1 m²/kN) en secciones de recompresión y vírgenes respectivamente. En este respecto, se cree que no obstante de la alta compresibilidad de los depósitos lacustres, ellos fueron depositados "quasi

preconsolidados". Si esto es cierto, la peculiaridad mencionada con anterioridad es de interés particular, pues es posible tomar ventaja de ella, en función de minimizar asentamientos, mediante tener cuidado de no sobrepasar la presión de "quasi preconsolidación" que es la crítica. En el pasado por menospreciar esta peculiaridad, las pistas construidas experimentaron muy importantes asentamientos diferenciales, requiriendo de aplicaciones periódicas de asfalto para nivelar las mismas.

Esas capas fueron una corrección temporal de los ángulos transversales, pero el peso de las nuevas capas convirtió la consolidación en un proceso prácticamente interminable, por lo que en la actualidad el espesor de las capas asfálticas es de aproximadamente 1.5 m, el sobre encarpamiento se realiza con una frecuencia de aproximadamente 2 años, con los problemas económicos y operativos que conlleva.

Para resolver el problema mencionado, en 1959 se diseñó una nueva sección estructural para el pavimento, la cual se usaría para ampliar una pista 300 m (Aguirre et al. 1967), basada en el principio de sustitución de masas, en un esfuerzo de reducir lo más posible el incremento de presión inducido por el peso del pavimento sobre el suelo original. El diseño incorpora materiales rocosos poco pesados, los cuales se colocaran en una trinchera. En vista del desempeño tan satisfactorio observado, en 1980 se decidió, tomar ventaja del diseño de la sección de pista antes mencionado para un nuevo aeropuerto planeado en la zona.

El diseño fue corregido y aumentado con forma geométrica y estructural, como se muestra en la Figura.

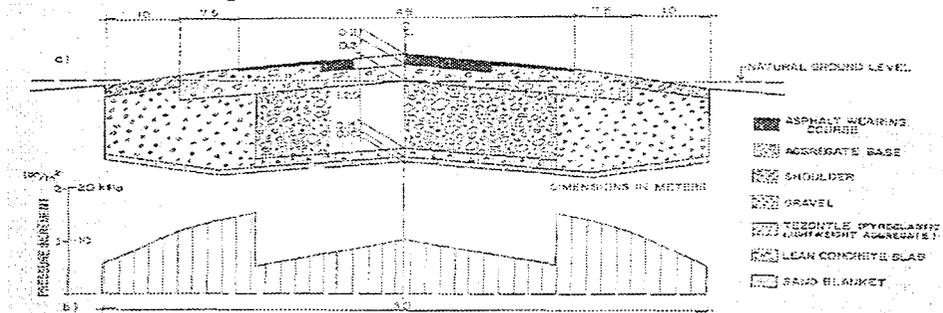


Figura 1: Sección estructural de Pavimento
a) Sección Típica
b) Distribución del incremento de presión

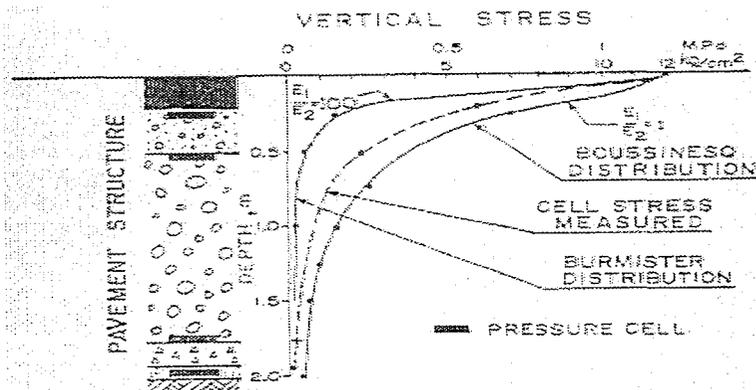


Figura 2: Distribución del esfuerzo bajo una aeronave B-747

1.-DISEÑO

Hay dos condiciones básicas que deben de reunirse en el diseño:

1.- La estructura deberá ser capaz de soportar las cargas impuestas por el avión de diseño (Boeing 747-400), y de distribuir el estrés al subsuelo en una forma adecuada, teniendo en mente la poca resistencia al cortante de este.

2.- Los asentamientos totales y diferenciales inducidos por el peso del pavimento, deberán de mantenerse bajo ciertos valores que lo limiten, para asegurar el desempeño satisfactorio de los pavimentos, así como reducir el costo y la frecuencia del mantenimiento, como a sucedido hasta ahora con el proyecto.

El cuidado que se debe tomar para la primera condición es el siguiente:

a) Mediante mediciones de presiones en la sección probada en la interacción suelo-pavimento, inducida por la carga de la aeronave de diseño.

b) Determinación de la distribución del estrés a varias profundidades, por medio de la teoría de la elasticidad.

c) La resistencia cortante del subsuelo a varias profundidades, basada en pruebas no consolidadas y no drenadas (UU) sobre muestras no alteradas.

d) Comparación de los valores de la carga de diseño cortante con la de los valores que resiste el subsuelo, a varias profundidades.

El problema del verdadero diseño es la segunda condición que debe cumplirse, debido a la alta deformabilidad de la arcilla de la Ciudad de México.

Una medida que se puede adoptar es la inclusión de una grava volcánica natural muy ligera de peso (tezontle) en el pavimento.

Durante el diseño de otro problema en la arcilla original de la Ciudad de México, los autores usaron un procedimiento propio el cual consiste en sobrecargar con carga muerta adyacente a la estructura con un razonable éxito.

Por ello, la misma idea fue incorporada en el diseño del pavimento de la pista. El propósito que se busca es no evitar asentamientos del pavimento, sino prevenir asentamientos diferenciales.

Usando un procedimiento de experimentación se determinó el ancho de la sobrecarga lateral, en orden de obtener asentamientos diferenciales entre el centro y las orillas del pavimento, menores al valor límite de 0.1m. Este valor límite de 0.1m es necesario para prevenir asentamientos mayores en el centro del pavimento que en las orillas..

2.-DESEMPEÑO

En general el desempeño de la estructura se asemeja con lo que se esperaba en el diseño. Los asentamientos observados tienden a ser uniformes, como los mostrados en la Figura. El análisis detallado de los asentamientos diferenciales entre el centro y las orillas del pavimento, en 18 secciones observadas, mostró que en 13 de ellas, los asentamientos diferenciales se encontraron por debajo del valor máximo establecido de 10 cm, y en los restantes cinco casos los asentamientos diferenciales excedieron ese valor a lo mucho en un 50%. Se debe mencionar que solo en dos de los últimos cinco casos, los asentamientos en las orillas fueron menores que en el centro; en los otros tres sucedió lo contrario. Esto se puede explicar debido a la heterogeneidad de los materiales y a la variación en los procedimientos de construcción.

Para predecir asentamientos futuros, se uso la teoría propuesta por Juárez-Badillo (Juárez , 1985) de la cual se obtuvo la siguiente ecuación para aplicarla al caso presente.

$$\frac{70}{s} = 1 + \frac{900}{t} \quad (1)$$

En donde:

t=tiempo en días

s=asentamiento promedio resultante en la sección, en cm

El asentamiento total calculado excedió en un 30% el valor originalmente calculado. Esta diferencia se puede deber al largo efecto secundario de consolidación, característico de la arcilla de la Ciudad de México, localizada debajo del proyecto del Aeropuerto.

En consecuencia de la distribución de esfuerzos debido a las cargas impuestas por la aeronave de diseño y por la complejidad del sistema de materiales estratificados, que esta envuelto en la estructura del pavimento, se decidió calcular esa distribución con dos casos límite.

El primero fue considerando una distribución de Boussinesq, sin establecer diferencias elásticas entre el pavimento y el subsuelo. El segundo era un sistema de dos-capas (criterio Burmister) con un módulo de deformabilidad del pavimento 100 mayor que el del subsuelo. Por otro lado, el esfuerzo vertical transmitido por el tren de aterrizaje la aeronave de diseño fue medido..

Se debe recalcar que las cuatro células de presión, fueron instaladas y observadas, entre las varias capas de pavimento así como en la interacción del pavimento; mostrando la distribución de los esfuerzos resultantes por ambos métodos.

Los esfuerzos de interacción entre la losa de concreto y el suelo fueron insignificantes, como consecuencia de una eficiente distribución de materiales por medio del sistema de capas, particularmente la losa de concreto en el fondo.

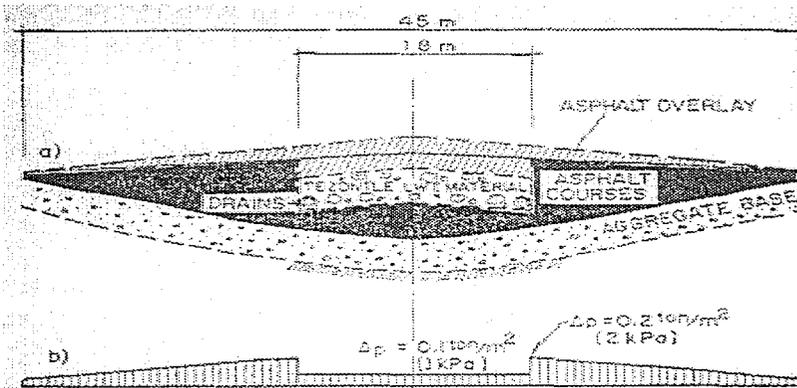


Figura 3: a) Sección típica para rehabilitación de una vieja pista de aterrizaje mediante sustitución de asfalto por materiales ligeros y reencarpetao.

b) Diagrama de sobrecargas

19.-IMPACTO AMBIENTAL

El transporte aéreo y el medio ambiente

Por casi cinco décadas el transporte aéreo ha proporcionado beneficios públicos significativos. A traído trabajo, prosperidad, incremento del comercio y nuevas oportunidades de turismo y viajar.

El transporte aéreo es ahora un negocio vital masivo y económico, en el que se encuentran los armadores y operadores de motores y aeronaves, los proveedores de combustible.

La protección del medio ambiente sigue siendo uno de los mayores retos a que las industrias y gobiernos se enfrentan. Medidas concertadas urgentes se requieren para lidiar con la preocupación global que esta amenazando nuestro planeta.

El impacto del transporte aéreo en el medio ambiente global es comparativamente pequeño , y a través de los años la industria a establecido un excelente récord ambiental que esta determinada a continuar.

a) CARACOL Y EL AMBIENTE

Para reducir el impacto ambiental de la Alternativa Caracol se puede involucrar cualquier cosa desde instalar sistemas de purificación sofisticados para la disposición del agua hasta relocalizar una colonia de aves.

A nivel mundial las aerolíneas y los aeropuertos , en cooperación con proveedores y comunidades locales, están trabajando en forma conjunta para conservar los recursos y energía, manejar la basura y reducir la contaminación a nivel del suelo. Esto involucra:

- Implementar programas de abatimiento de ruido para monitores el ruido de las aeronaves, controlar los movimientos de las aeronaves, y cuando sea necesario dar compensación de ruido y esquemas de aislamiento.
- Implementar programas de contaminación del aire para medir la calidad del aire.
- Mejorar los accesos a los aeropuertos del transporte público para reducir las emisiones de vehículos particulares.
- Manejar la disposición de efluentes y basura y controlar los desperdicios tóxicos.
- Brindar facilidades centrales de de-icing y alentar métodos para de-icing, lavar y pintar las aeronaves.

- Desarrollar productos más limpios, materiales y químicos que reduzcan las emisiones y liberen de otras sustancias peligrosas.
- Reducir la dependencia en el petróleo en el mantenimiento de los vehículos de servicio y el equipo de tierra de la base , y alentar a usar menos combustibles contaminantes (petróleo a electricidad).
- Invitar a los gobiernos a manejar el uso del suelo alrededor de los aeropuertos en forma más eficiente para que los beneficios de naves aéreas más silenciosas se conserve.
- Asegurar el dialogo público con todos los usuarios del aeropuerto.

Estas medidas son aplicables a la Alternativa Caracol y debemos de aprovechar la experiencia que ha este respecto tienen otras naciones, para implementarlas nosotros en nuestro país, a fin de reducir al máximo el impacto ambiental que causa la construcción y operación de un aeropuerto.

1.- El impacto ambiental que implica el aeropuerto en el entorno, tiene que ver con la generación de ruido y contaminantes , y como es que estos afectan a la población, la flora y la fauna aledañas.

Los impactos relacionados con el agua, la presencia de sismos y por las condiciones de los suelos del vaso, se tomaron en cuenta en las estimaciones de costos.

2.-Las aves y las aeronaves

En el Vaso de Texcoco cercano al AICM (2.5 km.), se ubica una zona de atracción de aves por los rellenos sanitarios y el Lago Nabor Carrillo.

1.- EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

El problema de coexistencia de aves y aeronaves ha sido estudiado por más de 30 años en los E.U.A. , Canadá y Europa, por autoridades y organizaciones aeronáuticas ecológicas, agrícolas y del medio ambiente, así como por la A.T.A.G. y la O.A.C.I , de la cual México es miembro.

Los reportes y estudios al respecto permiten concluir:

- Ni el número creciente de vuelos y tamaño de aeronaves ni todos los métodos intentados para alejar a las aves de los aeropuertos ha conseguido ahuyentarlas ni constituye un peligro para su existencia.
- Su permanencia en las cercanías de los aeropuertos constituye un riesgo para las operaciones aeronáuticas que hay que prever.
- Hasta la fecha no se han formulado normas, sino solo recomendaciones en relación con este problema.
- Los principales atractivos para las aves son sitios que les proporcionan alimento y refugio en forma permanente; tales como: rellenos sanitarios, tiraderos de basura, zonas de encharcamiento y estanques abiertos.

- La recomendación más importante para este problema se resume en: modificar el hábitat en las cercanías de los aeropuertos para atraer a las aves hacia sitios alejados de los mismos donde puedan encontrar también refugio y alimento en forma permanente.

2.- EXPERIENCIAS EN EL A.I.C.M.

- De acuerdo con las estadísticas de la DGAC/SCT en el AICM han ocurrido 4 incidentes de ingestión y/o golpe con aeronave en los últimos 4 años. En casi un millón de operaciones, a pesar del número creciente de vuelos y aves.
- En aeropuertos cercanos a las costas en ese mismo lapso se han experimentado 16 incidentes con 116,000 operaciones.
- La zona que presenta condiciones atractivas para las aves se ubica a 2.5 km del AICM y a 4 km de Caracol por lo que afecta a los dos.
- La modificación de hábitat en estas áreas es necesaria para el AICM se construya o no "CARACOL", su implementación resolverá el problema para ambos sitios.
- Sin cancelar los logros obtenidos en materia de rehabilitación ecológica en la parte Sur del Vaso de Texcoco. Las cuales, por el contrario deben reforzarse, conviene aprovechar la experiencia para desarrollar otras zonas ecológicas que atraigan a las aves a otros sitios. Específicamente se propone la rehabilitación ecológica del Lago de Zumpango.
- Esta medida permite cumplir simultáneamente con la obligación de proteger la operación aérea del AICM reduciendo el riesgo de impacto con aves, y con la convención de RAMSAR, IRÁN de 1971, adoptada por México en 1986, respecto a la conservación de humedales, con base en las facultades y compromisos que se reconocen en los artículos 2 y 4.

3.- RUIDO

a) RUIDO DE LAS AERONAVES

Las personas que viven alrededor de los aeropuertos a menudo sienten que el transporte aéreo es una fuerte molestia en el ambiente local particularmente en lo que a ruido se refiere.

Sus quejas hacen que las autoridades del aeropuerto pongan sus propias normas de ruido, restringiendo las operaciones de las aeronaves. Como respuesta las líneas aéreas buscan a los fabricantes de aeronaves menos ruidosas.

El ruido es la principal fuente de modificación del ambiente causada por el transporte ya sea por los caminos, las vías o el aire. Es el factor ambiental dominante para el transporte aéreo y su problema más importante para que crezca.

A la fecha los problemas de ruido han sido en los que más regulación y atención tecnológica se ha puesto de todos los problemas ambientales que tiene la aviación.

b) REGULACIONES SOBRE EL RUIDO

El transporte aéreo se encuentra dentro de las primeras industrias de transporte mundial en contar con regulaciones internacionales aceptadas sobre el ruido. En 1959, el Puerto de Nueva York puso un límite de ruido de 112 PNdB (Niveles de ruido perceptibles en decibeles) para la nueva familia de aeronaves impulsadas con propulsión de jet, el Boeing 707 y el McDonnell-Douglas DC-8, que los puso en el mismo nivel de ruido del setenta y cinco por ciento de los aeroplanos de propela manejados.

Los primeros estándares de ruido para la aviación comercial se implementaron en 1969 en Estados Unidos. La certificación de los estándares de ruido para jets comerciales se establecieron en 1971 por la (OACI).

Estándares más estrictos se implementaron y aplicaron a nuevos diseños de aeronaves a finales de los años 70. Estos nuevos estándares se incluyeron en el Capítulo 3, Anexo 16 del Volumen 1 a la convención de Aviación Civil Internacional y aplicado a nuevas aeronaves tipo jet que comenzaran el 6 de Octubre de 1977. OACI a confirmado recientemente este Capítulo 3 de certificación de estándares de ruido.

c) RETIRO DE LA FLOTA.

Para el año 2002 las aeronaves que no cumplan la última certificación de ruido de los estándares de OACI, el llamado Capítulo 2 de aeronave, se deberán de retirar de operación comercial de aerolínea en la mayoría de los países, o deberán de modificarse para cumplir estos estándares.

El Capítulo 2 de aeronaves no se ha producido desde finales de los 80 y el retiro de aeronaves se ha ido dando a lo largo de muchos años.

Estimándose que para finales de 1991, casi 2000 aeronaves tipo jet han sido permanentemente retiradas.

El mayor número de retiros, que ocurrió a principio de los 80, coincidió con una recesión económica y principalmente involucró a las aeronaves más ruidosas que se prohibieron por las regulaciones de ruido.

Actualmente se esta llevando a cabo retiros y habrá una necesidad substancial de reemplazar a un gran número de aeronaves con nuevos modelos.

Los fabricantes de aeronaves estiman que los próximos 20 años , las líneas aéreas recibirán más de 12,000 aeronaves, cuyo costo aproximado es de US\$ 857 billones.

Mientras los tres fabricantes de aeronaves más grandes difieren del tamaño y número total de la flota de aeronaves, todos pronostican entregar alrededor de 600 nuevas aeronaves por año durante los próximos 15 años.

Además del significativo mejoramiento en su comportamiento, esta aeronave también proporcionara mejoras mayores en la utilización de aerolíneas, reduciendo por lo tanto las emisiones y el ruido de las aeronaves.

Así que donde sea posible las aerolíneas están:

- Comprando o rentando aeronaves que cumplan los requerimientos internacionales más estrictos.
- Reemplazando aeronaves que no cumplan estos requerimientos tan pronto como la operación y la economía lo permita.
- En forma activa alentando a los fabricantes a desarrollar aeronaves nuevas, silenciosas, limpias y más eficientes en el consumo de combustible.

Reducir el ruido de los aeropuertos

El retiro de la flota y la renovación ayudaran a reducir el incremento de ruido de las operaciones de los jets.

d) MOTORES MENOS RUIDOSOS

La tecnología que hace esto posible es la de motores "high by-pass ratio" , que ha llevado a una disminución muy importante en el ruido de los motores de las aeronaves.

Dos veces en la historia, la industria del transporte aéreo ha logrado reducciones mayores en el ruido hecho por un jet comercial típico. Las aeronaves de hoy hacen solo un cuarto del ruido creado por los primeros jets comerciales.

En el diseño de motores la reducción del ruido no es algo que se deje para el final . Sino que la consigna a sido el diseñar algo silencioso en el motor en lugar de quitar el ruido después.

e) REDUCIR EL IMPACTO SOBRE LA GENTE

Motores más silenciosos han reducido significativamente el número de personas afectadas por el ruido de las aeronaves. En un despegue un Boeing 727 de 1960 provocaba un ruido que cubría un área mayor a 14 kilómetros cuadrados. En contraste un jet comercial moderno de similar capacidad pero con mayor fuerza para despegar, como un Airbus A-320, crea ruido solo en un área de 1.5 kilómetros cuadrados.

Como resultado en América y Europa, el número de personas directamente afectadas por el ruido de motores de las aeronaves es como un 5% de lo que era con la tecnología de los años 70.

f) LIMITES TECNOLÓGICOS

A pesar de que la investigación continua para reducir el ruido , hay pequeño prospecto de mejoras significativas en los actuales niveles de ruido de motores.

Mayores mejoras en el impacto del ruido alrededor de los aeropuertos requerirán una combinación de medidas, incluyendo cambios en operaciones de aproximación y mejor planeación en el uso del suelo.

g) EL IMPACTO DEL RUIDO AL DESPEGUE

1.-PLANEACIÓN Y CONTROL DEL USO DEL SUELO

Resolver los problemas de ruido de los aeropuertos también requiere mejor planeación del uso del suelo para minimizar futuros conflictos sobre la expansión de el aeropuerto. Permitiendo el desarrollo residencial conforme el ruido de aeronaves se reduce hace que el propósito de grandes inversiones en reducir el ruido se pierda.

Para salvaguardar estas inversiones y mantener los beneficios corrientes de la reducción del ruido, se debe prohibir el desarrollo residencial cercano a grandes aeropuertos.

2.-MEDIDAS QUE SE TOMARAN EN EL NUEVO AEROPUERTO

En virtud de que las cabeceras de las pistas de **CARACOL** se ubican a 12 km. hacia adentro del vaso respecto a las del A.I.C.M.:

- El nivel de exposición severa y significativa calculado con base en las normas de la OACI se ubica en zonas no pobladas del Vaso de Texcoco.
- El nivel moderado en ruido lateral también se presenta en zonas no pobladas.
- Únicamente el nivel moderado en ruido vertical en zonas aledañas al vaso a lo largo de las trayectorias de llegada y salida afectan zonas pobladas pero con niveles muy inferiores a los actuales, ya que dichas trayectorias pasarían de 1500 a 2000 pies arriba de las del AICM.

4.- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

a) CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

El transporte aéreo usa una porción muy pequeña de los recursos de energía del mundo. La aviación consume solo 5 % de los 62 billones de barriles de crudo consumidos cada año y alrededor de 12 % del crudo que se proporciona al transporte.

Las aeronaves modernas son más silenciosas y tienen mayor eficiencia en el combustible que los modelos anteriores. Desde mediados de los 70 la eficiencia de energía de las aeronaves (medido por la cantidad de combustible necesaria para transportar a un número dado de pasajeros) se ha incrementado en un promedio anual del 3-4% anual. La eficiencia del combustible casi se ha duplicado durante los últimos 20 años. La cantidad de combustible necesaria para transportar un pasajero en 1976 ahora transporta dos pasajeros.

Aeronaves viejas como primer Boeing 737 and McDonnell Douglas DC-9, producían 30-40 millas por asiento por galón. Sus nuevos reemplazos, el Airbus A-320, McDonnell Douglas MD-80, y el Boeing 737-300, producen 60-70 millas por asiento por galón.

b) EMISIONES DE LAS AERONAVES Y EL CALENTAMIENTO DEL GLOBO

El calentamiento del globo es la amenaza más grande para el ambiente. Algunos científicos predicen que la temperatura mundial promedio podría incrementarse en un grado Celsius para el año 2025, un promedio de cambio mayor que en cualquier tiempo en los pasados 10,000 años.

El principal culpable es el DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) que es creado por la combustión de combustibles fósiles como la madera, el gas, el carbón, el aceite e incluso por la respiración.

Las emisiones de dióxido de carbono causadas por quemar combustible fósil de los motores jet constituyen una porción pequeña de las emisiones totales de dióxido de carbono provocadas por el uso de este combustible, y una porción mucho más pequeña de las emisiones de dióxido de carbono totales.

La aviación mundial produce solo 3 por ciento, 500-600 millones de toneladas de los 20,000 millones de toneladas de dióxido de carbono producido por quema de combustibles fósiles. Las emisiones de dióxido de carbono por aeronaves jet se cree que serán responsables de solo el uno por ciento de incremento en la temperatura del globo terráqueo causada por la emisión de dióxido de carbono por parte del hombre.

Dióxido de carbono es un producto que resulta en forma natural de quemar combustibles fósiles. Para cortar las emisiones de dióxido de carbono de los motores jet, sólo existen dos alternativas que son o quemar otro tipo de combustible o bien quemar menos combustible.

En el presente no existe una alternativa viable para el combustible de jet. Hasta que un combustible no-fósil que satisfaga sea descubierto, la eficiencia del combustible continuará siendo la forma principal de reducir el impacto de los motores jet en el medio ambiente.

Las aerolíneas están:

- Alentando a las compañías de combustibles a que instalen especificaciones de combustible rígidas.
- Asegurándose que el rellenar los tanques presente el mínimo riesgo para el ambiente.
- Alentando al desarrollo de aeronaves con eficiencia de combustible mayor.

OACI estima que el consumo por tonelada kilómetro puede disminuir en un promedio anual de 2.5-3.0 por ciento durante los próximos diez años, y de 1-2 por ciento anualmente durante la próxima década.

OXIDO de NITRÓGENO (NO_x), el resultado de quemar petróleo a altas temperaturas, es la emisión de contaminante en la aviación más larga por peso. Puede contribuir a smog a nivel del suelo y a lluvia ácida. Aunque su impacto total aún se desconoce, algunos científicos creen que se suma al calentamiento del globo.

Los científicos estiman que las aeronaves jet producen 2-4 por ciento de la emisión de NO_x hecha por la mano del hombre. Sin embargo, cuando el NO_x de los motores de las aeronaves es inyectado a la atmósfera su efecto de calentamiento se puede hacer más grande, pero no se sabe claramente en que porcentaje.

Estudios actuales, basados en información limitada, sugieren que el impacto de NO_x de las aeronaves en el calentamiento global es pequeño, en el rango de 5 por ciento (en un marco de 20 años) y 2-4 por ciento en periodos largos. Debido a sus altas temperaturas, los nuevos motores tienen una tendencia a producir más NO_x, la única forma práctica de reducir el NO_x es mediante cambiar el diseño del quemador del motor, la tecnología para esto no está totalmente desarrollada.

Se requiere también mayor investigación del efecto del NO_x a la altura que circulan las aeronaves. Hasta la fecha las investigaciones han producido resultados en conflicto y teorías que difieren. Mientras algunos aseguran que el oxido de nitrógeno de las aeronaves jet destruye el ozono, otros dicen que el NO_x promueve su crecimiento. Ninguno en realidad sabe cuales son los efectos. Las aerolíneas y fabricantes por lo tanto están soportando la investigación en el efecto que tienen las emisiones de los motores de aeronaves a la altura de crucero.

Están dando asistencia específica a la Comunidad Europea, Conferencia Europea de Aviación Civil y a la Administración Nacional EU de Aeronáutica y Espacio (NASA).

Aeronaves jet supersónicas de pasajeros se han desarrollado para vuelos estratosféricos de hasta 60,000 pies. Estas aeronaves son menores en número (12) y tienen solo un impacto menor en la destrucción del nivel superior de ozono.

La NASA y los fabricantes de motores de aeronaves han decidido no desarrollar ninguna nueva aeronave jet supersónica a menos que las emisiones de óxido de nitrógeno y el ruido de las aeronaves se pueda reducir a un nivel aceptable para el ambiente.

Las aerolíneas están haciendo la reducción de emisiones de óxido de nitrógeno mediante la selección del equipo futuro; se ha dado a los fabricantes márgenes específicos de lo que las emisiones de NOx y el consumo de combustible se deben reducir. Una aerolínea recientemente tomó una decisión de inversión sobre esta base, dejando abierta la elección del motor hasta que los fabricantes puedan garantizar las reducciones en la emisión de NOx.

Los fabricantes de motores de aeronaves están intentando reducir las emisiones de NOx en los motores en forma significativa. Si el desarrollo presente arroja su fruto, la siguiente generación de motores de aeronaves, podría presentar reducciones de al menos 30 por ciento en los niveles actuales de NOx. En el largo plazo, se anticipa que los fabricantes podrán un fuerte énfasis para lograr la reducción de los niveles de NOx hasta en un 80 por ciento.

c) REGULACIÓN DE EMISIONES

La industria enfrenta un número exhausto de estándares de emisión normalmente no requeridos por regulaciones nacionales.

La legislación para controlar la emisión de motores jet empezó en Estados Unidos en 1973 y se revisó en 1982. No existe un estándar nacional de EUA para el óxido de nitrógeno.

Estándares internacionales para el control de emisiones de gas fueron establecidos por OACI en 1981. Estos estándares de OACI limitan la emisión de tres contaminantes de gas: óxido de nitrógeno, monóxido de carbón y hidrocarburos no quemados. También restringen la producción de humo y prohíben tirar combustible deliberadamente de la aeronave excepto en emergencias. OACI está considerando actualmente estándares más fuertes para las emisiones futuras de óxido de nitrógeno de motores de jet futuras.

d) CALIDAD DEL AIRE EN LOS AEROPUERTOS

Los estudios más comprensivos y exhaustivos de calidad del aire en los aeropuertos fueron llevados a cabo a finales de los 70 y principio de los 80.

Estos y otros más recientes estudios han encontrado que la calidad del aire alrededor de los aeropuertos es comparable a aquella de las áreas urbanas típicas y es mejor que aquella encontrada en calles congestionadas.

Las aeronaves hacen solo una contribución menor a la contaminación total del aeropuerto.

El tráfico de los caminos, las industrias y la generación de energía son responsables de la mayoría de la contaminación del aire al nivel del suelo.

Incrementar y mejorar en forma eficiente el transporte público podría ayudar en forma importante a reducir la contaminación del aeropuerto.

Aun en Los Angeles, donde existen severos problemas de calidad del aire, las aeronaves jet son las responsables de menos de la mitad de los principales contaminantes del aire. En EUA las aeronaves jet son responsables del 0.3 por ciento del total de contaminación del aire de la nación.

Mejoras en la tecnología de los motores a reducido substancialmente las emisiones. Un estudio reciente en EUA muestra que los motores jet construidos después de 1982 emiten como 85 por ciento menos de hidrocarburos no quemados que los motores de las aeronaves construidos en los años 70. La tecnología que redujo las emisiones de hidrocarbón a reducido también las emisiones de monóxido de carbón en un 70 por ciento.

e) EL NUEVO AEROPUERTO CON RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- La alternativa caracol en su primera etapa significa un nivel de contaminación del 2 % del total que producen los vehículos automotores que actualmente circulan en el área metropolitana.
- En su máximo desarrollo este valor representaría el 6% de lo generado por el mismo número de vehículos actuales.
- El impacto que esto significa es mucho menor, dado que se producen y dispersan a alturas mayores, que la de los automóviles equivalentes.

5.-CAPACIDAD Y CONGESTIONAMIENTO

A pesar de que las aerolíneas están continuando en reducir el ruido de las aeronaves y las emisiones de los motores y mejorar la eficiencia del combustible de la aeronave, sus esfuerzos están limitados por falta de infraestructura.

En muchos casos, el tráfico aéreo ineficiente hacen más difícil la situación.

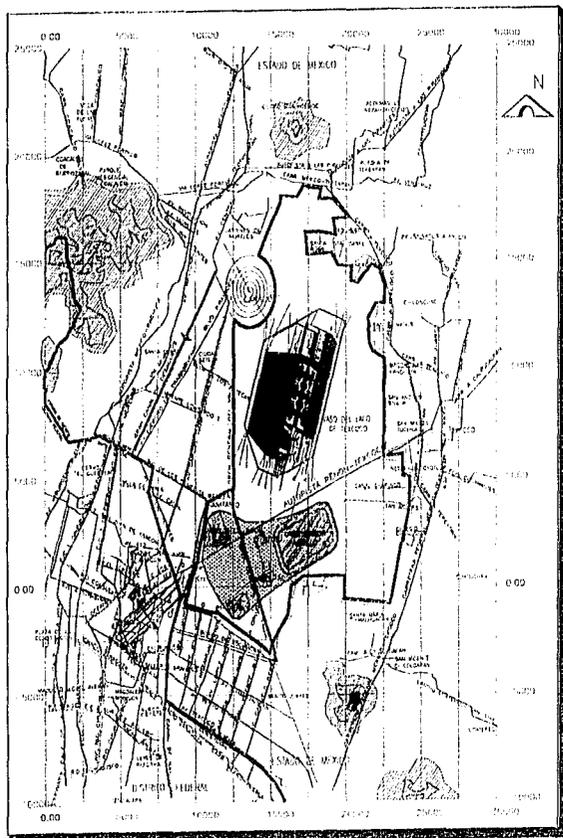
Europa tiene 51 centros de tráfico aéreo usando 31 diferentes sistemas ATC, 22 diferentes sistemas de administración y 33 diferentes lenguajes de computadora.

Los resultados de falta de infraestructura son mayores demoras que causan desperdicio de combustible e incrementan las emisiones de los motores. Por ejemplo, en 1990 Lufthansa sufrió de casi 12,000 horas de tiempo de espera debido a ineficiencia en el control del tráfico aéreo. Lufthansa llama esto "contaminación política inducida".

El costo de la congestión ha sido estimado en US\$5 billones cada año en Europa, además de otros US\$ 5 billones en Estados Unidos. Estas figuras no incluyen el costo de restricciones de ruido del aeropuerto para los procedimientos de despegue y aterrizaje así como nocturnos, que aunque intentan aliviar el ruido del aeropuerto, normalmente contribuyen a la congestión del aeropuerto.

Un reporte de la comisión de la IATA en Europa demostró que mientras las líneas aéreas invertían US\$5 billones al año en nuevas aeronaves, los gobiernos gastaban sólo US\$1.5 billones en infraestructura de aviación. Para ayudar a encontrar soluciones a los problemas de congestión, los ambientalistas y aerolíneas trabajan en conjunto en un producto para buscar un balance genuino entre preocupaciones ambientales y la necesidad de incrementar la capacidad en los aeropuertos. ATAG, IATA y el London-based Airfields Environment Federation están soportando un proyecto para ver la capacidad ambiental de los aeropuertos. Este es un método de medir los factores ambientales como el ruido, emisiones y congestiones en los caminos contra factores como las oportunidades de empleo y el desarrollo económico, cuando se consideran requerimientos para la capacidad del aeropuerto.

IMPACTO AMBIENTAL



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

20.- INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

a) ACTUAL

- La infraestructura hidráulica que se ubica en el Vaso de Texcoco permite el control y desalojo de los escurrimientos del poniente que llegan por el Río Churubusco, los del Río de la Compañía y otros al oriente del Vaso.
- Actualmente se ubican en el Sur del Vaso parte del Dren General del Valle que descarga al Gran Canal, dos brazos del Río Churubusco, el Lago Churubusco, el Lago Nabor Carrillo, el Lago de Regulación horaria, la Laguna Facultativa y una planta de tratamiento secundario.
- Los ríos del oriente han sido objeto de una intensa campaña de reforestación y control de azolves que se traducen en un menor caudal en avenidas, sus cauces han sido rectificadas y encauzados en un dren revestido de concreto que descarga en el Lago Nabor Carrillo y eventualmente en el Lago Xalapango. El Río Teotihuacan descarga directamente al Lago.

b) FUTURA

- Para corregir reducciones de capacidad del Gran Canal y del Dren General del Valle, provocadas por el hundimiento de los mismos, como parte de la rehabilitación del sistema de drenaje del Valle se contempla:
 - El entubamiento en túnel de 10 km del Río de los Remedios
 - 6.7 km. del Dren General del Valle
 - Construcción de la Laguna de Regulación el Fusible
 - Construcción de la Laguna de Regulación Casa Colorada
 - Construcción de dos plantas de bombeo
 - Construcción de una planta de tratamiento que podría utilizar el Caracol y las zonas aledañas para disposición de lodos

- Un esquema del plan maestro de drenaje del Aeropuerto y la conducción del Río San Juan Teotihuacan incluye entre otros elementos, un dren perimetral, una Laguna de Regulación, el mejoramiento del Lago Xalapango y plantas de bombeo y tratamiento.

21.- COMPATIBILIDAD CON EL USO AEROPORTUARIO

La cantidad de tierra dedicada a la aviación es mínima. Solo una pequeña parte de tierra del aeropuerto esta bajo concreto. La tierra del transporte aéreo afecta menos a los paisajes y el ecosistema que lo que una carretera o vía férrea, ya que no se necesita ninguna tierra entre aeropuertos.

Un estudio reciente del impacto económico y social de la aviación en Alemania denota: " De los 1,200,000 hectáreas en Alemania Occidental dedicadas a todas las formas de transporte, solo 6,400 hectáreas son usadas para aeropuertos, comparadas con las 84,000 para vías de ferrocarril y las 1,100,000 para caminos." La aviación usa menos del 8 por ciento de la tierra requerida para vías de ferrocarril y menos de 1 por ciento de la requerida para caminos.

En términos de número de personas movidas, los aeropuertos usan la tierra en forma cinco veces más eficiente que las vías de ferrocarril y más de seis veces que los caminos.

- La parte norte del Vaso de Texcoco no presenta actualmente ningún aprovechamiento.
- La infraestructura hidráulica, actual y planteada, se ubica en la parte Sur del Vaso.
- Los terrenos donde se propone construir el nuevo complejo aeroportuario tienen suelos muy salinos de aprovechamiento difícil y costoso para otros usos.

22.- VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA CARACOL

22.- VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA CARACOL

- Configuración geométrica muy apropiada con capacidad para 5 pistas paralelas y espacios aéreos que permiten la operación simultánea en tres de ellas y atender un mínimo de 800 mil operaciones al año.
- Condiciones climatológicas muy conocidas, con un estimado de 5 días al año con niebla.
- Espacio suficiente para ubicar una moderna terminal modular entre pistas interiores y contar con la longitud de pista que demanda el avión crítico, lo cual mejora substancialmente el desempeño de algunos equipos de vuelo.
- Orientación muy conveniente respecto a los vientos dominantes
- En su primera etapa permite la operación conjunta con el AICM, con una capacidad resultante para el sistema AICM - CARACOL de 413 mil operaciones anuales.
- No requiere la cancelación de las operaciones en la base aérea militar de Santa Lucía en tanto no opere la quinta pista (se presenten más de 600 mil operaciones anuales).
- Requiere inversiones menores en obras viales y no representa incrementos importantes en costo de transporte y tiempo de traslado para los usuarios.
- Se ubica a 15 km. del AICM, en terrenos muy salinos que anteriormente alojaban pozos para extracción de agua para la producción de salmuera.
- Respecto al AICM, considerando las mejoras viales, se tiene un aumento promedio en tiempo de traslado de 4 minutos.
- Es compatible y apoya el desarrollo urbano que para el oriente ha planeado el Gobierno del Estado de México limitando la invasión de la mancha urbana en los terrenos del Vaso de Texcoco.
- No interfiere con los programas hidráulicos y ecológicos del Vaso de Texcoco; por el contrario, con un plan de usos del suelo adecuado, es posible atender

- todos los programas planteados para la zona, apoyar la ecología y detener la presión que a la fecha ejerce el crecimiento urbano de las zonas aledañas.
- Los recursos económicos disponibles con la operación del sistema AICM-CARACOL , permiten acelerar la ejecución de programas de mitigación ecológica que bajo cualquier esquema se requieren para reducir el riesgo que para la operación actual del AICM representan las aves.
 - El sitio donde se localiza esta alternativa de aeropuerto dentro de nuestro territorio lo hace sumamente estratégico ya que permite desarrollar un sistema de transporte multimodal, que permite tener un HINTERLAND que abarca gran parte de nuestro país.
 - Debido a que las características de la arcilla del Lago de Texcoco y a los métodos que se conocen a nivel mundial para estabilizar suelos compresibles, las técnicas utilizadas en otros aeropuertos del mundo como:

Aeropuerto de Boston Mass.,utilización de capas de arena y arcilla con espesores de 70 cm, para acelerar el proceso de consolidación del estrato compresible.

Aeropuerto de Dallas Fwt.,inyecciones de cal con mezcla de arcilla montmorilonítica para estabilizar el estrato.

Aeropuertos de Hong Kong, Singapur y Japón, colocación de los rellenos producto de dragado ganándole terrenos al mar.

Aeropuertos de Indonesia, Reforzamiento del estrato compresible mediante cilindros de concreto rellenos de grava, anclados a la losa de concreto reforzada, para seguir los asentamientos.

Los métodos anteriores no se pueden aplicar a la Alternativa Caracol debido al espesor del estrato y las características de la arcilla:

- a) Gran espesor del manto compresible
- b) Alto porcentaje del contenido de agua
- c) Alta relación de vacíos
- d) Alta plasticidad

Se puede concluir

1.- La sección de pavimento estructural estudiada para nuevas pistas, en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, representa una forma interesante de resolver el problema derivado de la muy difícil condición geotécnica, cuando aparentemente no existe otra alternativa aparentemente posible.

2.- Como una conclusión colateral, los procedimientos de construcción, así como la selección y manejo de los materiales, merece mucha atención, para reducir en la mayor medida que sea posible, diferencias entre asentamientos reales y predecibles.

3.- Intentos de predecir la evolución de los asentamientos con teorías existentes, no proporcionaron resultados alentadores, debido a la complejidad del problema, y a la dificultad de definir las condiciones hidráulicas que lo rodean, además del desempeño muy peculiar de la arcilla de la Ciudad de México, en donde la segunda consolidación juega el papel principal; este fenómeno no a sido investigado lo suficiente hasta la fecha. Se espera que la evolución de los asentamientos, medidos en este proyecto, ayudará a verificar las nuevas teorías que surjan para resolver los problemas de asentamiento como el que se menciona aquí.

4.- Finalmente, es conveniente comentar que como consecuencia de las lecciones aprendidas aquí, una forma de resolver la rehabilitación del pavimento de las pistas existentes en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México fue obtenida, y al mismo tiempo, se espera resolver el problema de mantenimiento, cuyo procedimiento se basa en el mismo principio mencionado con anterioridad.

- Trae grandes beneficios económicos al país como se demuestra en el forma que en general lo hacen los aeropuertos.
- La ubicación propuesta para el Aeropuerto Caracol no interfiere con la localización y la operación de la infraestructura actual y la descrita dentro del perímetro del Vaso de Texcoco.
- En materia de desarrollo ambiental, el transporte aéreo es un líder mundial pero todo mundo debe compartir la responsabilidad de un ambiente más limpio. Los gobiernos deben asegurarse que las preocupaciones ambientales estén balanceadas con la necesidad de crecimiento del transporte aéreo, incluyendo inversiones en infraestructura de mayor capacidad.
- El impacto de la aviación en el ambiente es y permanecerá menor. Este usa solo una pequeña parte del consumo mundial de los recursos de energía, y utiliza su parte eficiente y efectivamente. Hace una contribución mínima a la

contaminación atmosférica y al calentamiento del globo. Su responsabilidad por la creación de ruido es la mínima que la tecnología actual permitiría. Su requerimiento de tierra necesaria son pequeños en comparación tanto con los ferrocarriles como con los caminos.

- El récord ambiental del transporte aéreo esta continuamente mejorando. La eficiencia de la energía de la aeronave a mejorado constantemente mientras las emisiones atmosféricas se han reducido a más de la mitad y el número de personas directamente afectadas por ruido se ha reducido casi en un 95 por ciento.
- Conforme nuevas tecnologías se vuelvan accesibles próximas mejoras se harán en la eficiencia del combustible, emisiones y ruido . Donde los limites tecnológicos se han alcanzado, la industria esta soportando activamente la investigación y desarrollo necesario para producir aeronaves más limpias, eficientes y con mayor eficiencia de combustible.
- La industria del transporte aéreo esta haciendo su parte para asegurar el mejor futuro posible de nuestro planeta.
El ambientalismo es uno de los eventos públicos más grandes de los años 90 y la aviación como cualquier otra industria esta ayudando y participando de esta actividad. Mientras todos queremos dejar a las futuras generaciones un mundo decente para vivir, tenemos que recordar que el continuo desarrollo del sistema del transporte aéreo es vital para la economía mundial.

BIBLIOGRAFÍA

1.- La situación de la aviación regional regular en México en 1989

Instituto Mexicano del Transporte

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Publicación Técnica #22

Querétaro, Qro., 1991

2.-Plan Maestro Aeropuerto Internacional Cancún Q. Roo.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Subdirección de Construcción y Conservación

Gerencia de Proyectos

Subgerencia de planificación de obras

1991

3.-Vías de Comunicación,

Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos

Ing. Carlos Crespo Villalaz

Editorial Limusa

4.-Planificación y diseño de Aeropuertos

Ing. Robert Horonjeff

Editorial Librería Técnica Bellisco.

Madrid. 1976

5.-Aeródromos

Normas y Métodos recomendados Internacionalmente

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Anexo 14 al convenio sobre aviación civil internacional

Volumen 1

Diseño y operación de aeródromos

Organización de Aviación Civil Internacional

6.-Análisis del impacto de las alternativas de ampliación del AICM en la infraestructura de la ciudad de México ASA Noviembre de 1992.

7.-Estudio de factibilidad para la construcción del AICT, GEM, Julio 1982.

8.-Ampliación del AICM, ASA Julio 1984.

9.- Estrategia General de Desarrollo para la Zona Metropolitana del Valle de México

10.- Estudio Preliminar
Aeropuerto Caracol
ICA-Proinfra

11.-Problemática del comportamiento Geotécnico de las pistas de el Aeropuerto Internacional de México.
L.M. Aguirre y M.Zarate
Grupo GEOSOL

12.- Ley de Aeropuertos publicada en el Diario Oficial de la Federación el viernes 22 de Diciembre de 1995.

13.- Capítulo 3, Anexo 16 del Volumen 1 de (OACI)

14.- Apuntes de la materia de Aeropuertos impartida por el Ing. Federico Dovalí en la Facultad de Ingeniería

15.-Notas del Ing. Mandri

16.- Notas del Ing. Cesar Lira