

27
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



NECESIDADES INTERMODALES EN UN AEROPUERTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
CARLOS ESPINDOLA OSORNO

DIRECTOR: ING. FEDERICO DDVALI RAMOS

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-010/96

Señor
CARLOS ESPINDOLA OSORNO
Presente.

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

"NECESIDADES INTERMODALES EN UN AEROPUERTO"

INTRODUCCION

- I. CONCEPCION DEL AEROPUERTO COMO LIGA ENTRE MEDIOS DE TRANSPORTE**
- II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MODOS DE TRANSPORTE**
- III. FLUJOS DE USUARIOS EN EL AEROPUERTO**
- IV. INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE**
- V. ANALISIS DE UN CASO REAL**
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

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 11 de abril de 1996.
EL DIRECTOR.

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*jbr

Cuando uno mira atrás y analiza su historia, se da cuenta de la importancia de contar con personas que nos ayudan a lograr nuestros objetivos.

A mis Padres.
Por su guía y apoyo durante mi vida. Gracias.

A mis hermanas.
Por su apoyo y ánimo.

A mi Familia.
Por estar cuando se necesita.

A mis amigos y compañeros.
Por su amistad y aliento en momentos difíciles.

A Donna.
Por su cariño y ayuda en estos meses de trabajo.

A mis Maestros.
Su influencia siempre estará presente en mis actividades.

Introducción.

La planeación de un aeropuerto es un proceso muy complejo, por lo que el análisis de una actividad de manera aislada no proporciona un panorama realista. Un aeropuerto conjunta una gran cantidad de actividades que tienen diferentes requerimientos, incluso conflictivos en algunos casos. Aún así, son interdependientes por lo que la planeación de un aeropuerto se debe basar en un enfoque de sistemas.

El aeropuerto es un complejo centro de transportación que sirve a aviones, pasajeros, carga y vehículos terrestres. Es una costumbre clasificar los varios componentes de un aeropuerto en tres grandes categorías: zona aérea, zona terrestre y edificio de pasajeros o carga; estos últimos sirven como el intercambio entre las dos zonas.

Los componentes de la zona aérea son aquellos en que los aviones operan: las pistas donde los aviones despegan y aterrizan, las calles de rodaje usadas para el movimiento entre las pistas y el edificio, y la plataforma donde los pasajeros embarcan y desembarcan, y donde los aviones se estacionan. Debido a que el espacio aéreo contiene las rutas de aproximación y ascenso, para el campo aéreo tiene un importante efecto en la utilización de las pistas, por lo que se acostumbra incluirlo en la zona aérea.

La zona terrestre es, esencialmente, la parte del aeropuerto destinada al transporte terrestre. Empieza con la acera del edificio e incluye calles, estacionamientos y, en algunos casos, líneas de tránsito rápido de riel y estaciones que son parte de un sistema urbano de tránsito. Normalmente, solo las calles y los elementos de transporte que están dentro de la propiedad del aeropuerto son consideradas parte de la zona terrestre, aunque de hecho ellas sean extensiones del sistema de transporte urbano y regional.

El edificio consiste principalmente de instalaciones que sirven a los pasajeros y ofrecen los siguientes servicios: áreas de espera y embarque, documentación, manejo de equipaje, restaurantes, tiendas, hoteles, renta de autos, etc. Áreas de carga, manejo y almacenaje de carga y correo, aunque se localizan separadas, se consideran parte del complejo.

Uno de los propósitos de esta tesis es establecer un enfoque diferente al que anteriormente se estaba utilizando en la planeación y desarrollo de los aeropuertos. Este consideraba al edificio de pasajeros no como una terminal, sino como un elemento que permite el cambio de modo entre el transporte aéreo y el terrestre; como un punto de transferencia tanto de pasajeros con su equipaje como de carga. Hace varios años (entre 15 y 20), lo usual era considerar al edificio como una terminal, esto es, que al llegar ahí, el viaje termina. Con esto, se toma como un problema separado el acceso al aeropuerto. Considero que esto está mal pues este es un proceso completo, y retomando lo mencionado en el primer párrafo de esta introducción se tiene que para realmente dar solución a un problema es necesario tomar en cuenta todo el sistema y no solo sus partes.

Considerando esta nueva interpretación, fue casi inmediato plantear el concepto puerta a puerta. Este concepto tiene cerca de quince años de existencia, sus características se discutirán más a fondo en el siguiente capítulo.

Empleando el enfoque arriba mencionado, una vez establecidas las características presentes y futuras de los vehículos utilizados por los modos de transporte, éstas junto con los flujos de usuarios

nos permitirán analizar los efectos que estos tienen sobre los diferentes elementos que integran un aeropuerto.

Se buscan opciones para resolver el problema del aumento del tiempo en un viaje puerta a puerta. Es el tiempo total el que, a final de cuentas, le interesa al usuario. Hemos visto que este fenómeno se ha presentado a pesar de la tendencia de los aviones hacia mayores velocidades de crucero, lo que debería, y de hecho hace, disminuir el tiempo de vuelo.

Sin embargo, es en el lado terrestre donde el tiempo se ha incrementado notoriamente. En este lado el principal incremento se ha tenido en el tiempo de acceso a los aeropuertos.

Apoyándonos en el concepto del Intermodalismo, buscamos que el intercambio entre los medios de transporte terrestre y aéreo se haga lo más fluido posible en todos los sectores que intervienen en esto:

- 1.- Sistema de acceso al aeropuerto: calles y vías, y vehículos, considerando todas sus características.
- 2.- Edificio de pasajeros y/o carga
- 3.- Plataformas

El Intermodalismo consiste en el estudio de la integración de dos o más medios de transporte para así eficientar la planificación y funcionamiento de los sistemas de transporte y la transferencia de pasaje y carga entre ellos. Esta integración se lleva a cabo en una estación, como lo puede ser en un aeropuerto el edificio de pasajeros o el de carga y de ninguna manera una terminal en donde se supone que un viaje termina. Esta integración puede incluir el diseño de estaciones (de transbordo), la programación coordinada de sus respectivos viajes, tarifas conjuntas y actividades combinadas de información pública.

Indice

Introducción.

Capítulo 1

1. Concepción del Aeropuerto como liga entre Medios de Transporte.	1
1.1. Necesidades de transporte del usuario.	2
1.2. Concepto del viaje puerta a puerta.	2
1.3. Accesos terrestres.	3
1.4. Efectos en la localización del aeropuerto.	7

Capítulo 2

2. Características Generales de los Medios de Transporte.	9
2.1. Sistemas de Transporte.	10
2.2. Modo aeronáutico.	11
2.3. Tendencias del Vehículo Aéreo.	13
2.4. Tendencias Futuras del Transporte Aéreo.	23
2.5. Modo terrestre.	26

Capítulo 3

3. Flujos de Usuarios en el Aeropuerto.	37
3.1. Flujos.	38
3.2. Elementos Funcionales.	42
3.3. Dimensionamiento.	46
3.4. Efectos en la capacidad.	52

Indice

Capítulo 4

4. Integración de los Sistemas de Transporte.	.....	54
4.1. Zona Aeronáutica. Plataformas.	.....	55
4.2. Zona Terrestre. Accesos, Liga Vial y Estacionamientos.	.....	64
4.3. El edificio de pasajeros.	.....	68
4.4. El edificio de carga.	.....	72

Capítulo 5

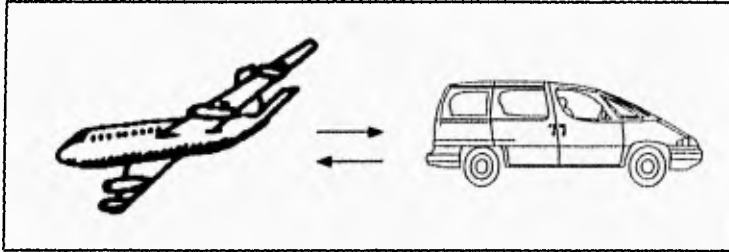
5. Análisis de un Caso Real: El Aeropuerto de Acapulco.	.....	74
5.1. Sistema de Transporte Aéreo.	.....	75
5.2. Sistema de Transporte Terrestre.	.....	78
5.3. El Aeropuerto Internacional de Acapulco.	.....	85
5.4. Zona Aeronáutica.	.....	88
5.5. Edificio de Pasajeros de Aviación Comercial.	.....	91
5.6. Zona Terrestre.	.....	95
5.7. Empresas de Servicios en el Aeropuerto de Acapulco.	.....	99

Conclusiones.	105
----------------------	-------	-----

Indice de Figuras.	109
---------------------------	-------	-----

Indice de Tablas.	110
--------------------------	-------	-----

Bibliografía.	111
----------------------	-------	-----



Capítulo 1

Concepción del Aeropuerto como liga entre Medios de Transporte.

1.1 Necesidades de transporte del usuario.

El pasajero y el usuario de carga aérea están principalmente interesados en el tiempo total de viaje puerta a puerta y no solamente en la duración del viaje aéreo. Por esta razón el acceso a los aeropuertos es una consideración esencial en la planeación.

1.2 Concepto del viaje puerta a puerta.

El concepto del viaje puerta a puerta no es nuevo, su origen se remonta a unos quince años aproximadamente. Este concepto consiste en la consideración del viaje como tal, desde el momento en que el pasajero deja su domicilio u oficina en dirección al aeropuerto, y este viaje termina en el momento en que el pasajero llega a su hotel u hogar. Como se puede observar este enfoque se refiere al viaje intermodal que es realmente un viaje en avión y no sólo al segmento del viaje que representa el vuelo.

Este enfoque surge como respuesta a la necesidad de estudiar a los aeropuertos desde un punto de vista de sistemas, en los cuales para optimizar la operación de un aeropuerto se deben considerar todos los factores que lo afectan, tanto externos como internos. En el pasado no se consideraban los factores externos al aeropuerto.

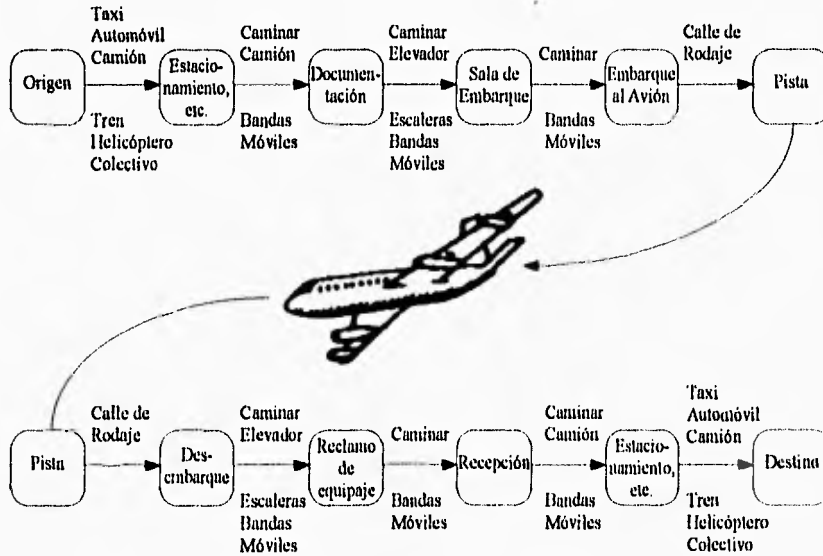


Fig. No.1. Un vuelo aéreo nacional.

Bajo el enfoque que propone el viaje puerta a puerta, los factores externos como son los accesos viales, y los internos como es el edificio, cobran mayor importancia en el viaje intermodal que supone el transporte aéreo. Debido a esto, en los últimos diez años, en todo el mundo se han destinado cada vez mayores inversiones al estudio de los factores antes mencionados.

1.3 Accesos terrestres.

1.3.1 El problema del acceso.

En los primeros años de la aviación, el tramo del acceso no representaba mayor problema. El aeropuerto típico o el aeródromo de los años 20 y 30's se encontraba localizado en la periferia del pueblo o ciudad que servía. El alto costo que representaba viajar por avión hacía que pocas personas tuvieran acceso a este modo de transporte, en comparación con la gran cantidad de personas que utilizaban el ferrocarril. Los pocos viajeros llegaban al aeropuerto en automóvil, utilizando avenidas o calles poco transitadas antes de la Segunda Guerra Mundial.

Después de esta guerra, el acceso a los aeropuertos se vio afectado por las acciones separadas, pero por demás importantes, de la rápida urbanización, el incremento en el uso del automóvil y la caída del costo del viaje en avión como consecuencia de la introducción de aviones más avanzados tecnológicamente.

Actualmente, el viajero que no tiene acceso a algún tipo de servicio de ruta especial se ve obligado a transitar, ya sea en automóvil o en autobús, en avenidas congestionadas hacia un aeropuerto que ha sido envuelto por los suburbios de las zonas metropolitanas.

La figura No.2 indica la magnitud de los cambios en un viaje puerta a puerta en los últimos 45 años. Claramente, el impacto del pobre sistema de acceso tiene sus mayores implicaciones en viajes con vuelos de recorrido corto. En la figura se muestra que el ahorro en el tiempo de vuelo que se tuvo con la introducción de los aviones jet ha sido parcialmente o totalmente absorbido por el incremento en los tiempos de acceso terrestre y de procesamiento en el aeropuerto. Y esto es la esencia del problema que se tiene actualmente en los aeropuertos. En muchos casos, el tiempo de acceso terrestre excede el tiempo de vuelo por un gran margen, pudiendo ser hasta el doble.

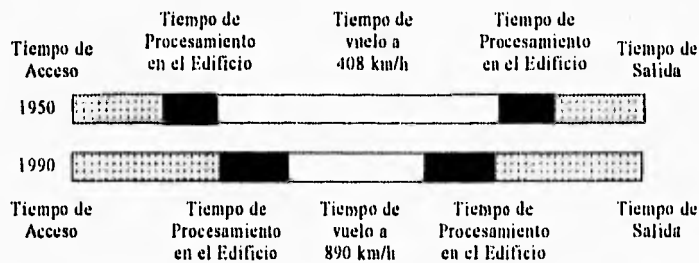


Figura No. 2

El diseño satisfactorio del sistema de acceso implica el cuidado integral de las necesidades de los pasajeros, desde el punto de origen del viaje hasta el principio del procesamiento en el edificio. El movimiento durante el procesamiento, se considera como parte del diseño del edificio. Sin embargo, los mejores diseños consideran un diseño integral del procesamiento en el acceso terrestre y dentro del edificio, para asegurar una conexión adecuada entre los elementos involucrados en el viaje aéreo completo.

1.3.2 Acceso, ¿ Para quién ?

En la planeación de un aeropuerto, se debe descartar la concepción equivocada de que este es solo para los pasajeros. Se ha visto que en algunos aeropuertos los pasajeros pueden llegar a ser sólo una minoría. Los usuarios de un aeropuerto son diversos y cualquier modo de acceso debe servir a un número variado de estos usuarios. Los usuarios son:

- Viajeros.
- Acompañantes.
- Visitantes.
- Empleados.
- Personal que transporta carga.
- Personas que proporcionan servicios al aeropuerto.

La relación entre los diversos usuarios del aeropuerto varía en gran forma; depende de diversos factores tales como: el tamaño del aeropuerto, su función, el país en el que se encuentra y otras consideraciones relacionadas con el número y tamaño de los aviones que allí operan. La tabla No.1 muestra la relación entre los usuarios en algunos aeropuertos, estas proporciones estimadas se utilizan para calcular la capacidad de los elementos que conforman los diversos sistemas de un aeropuerto. Estas estimaciones esconden grandes variaciones en la composición y tamaño de los flujos con respecto al tiempo.

TABLA No.1

Aeropuerto	Pasajeros	Acompañantes	Trabajadores	Visitantes
Frankfurt	0.6	0.06	0.29	0.05
Vienna	0.51	0.22	0.19	0.08
Paris-Orly	0.62	0.07	0.23	0.08
Amsterdam	0.41	0.23	0.28	0.08
Toronto	0.38	0.54	0.08	No incluido
Atlanta	0.39	0.26	0.09	0.26
Los Angeles	0.42	0.46	0.12	No incluido
Nueva York-JFK	0.37	0.48	0.15	No incluido
Bogotá	0.21	0.42	0.36	Insignificante
Ciudad de México	0.35	0.52	0.13	Insignificante
Curacao	0.25	0.64	0.08	0.03
Tokio-Haneda	0.66	0.11	0.17	0.06
Singapore-Paya Labar	0.23	0.61	0.16	Insignificante
Melbourne	0.46	0.32	0.14	0.08
Aeropuertos E.U.	0.33-0.56		0.11-0.16	0.31-0.42 (incluye acompañantes)

Fuente: Estudio realizado en el Air Transport Survey, Julio 1979.

1.3.3 El Sistema de Acceso.

El acceso a un aeropuerto generalmente esta dividido en dos segmentos:

1. El acceso desde la ciudad y sus alrededores por medio de calles y avenidas y sistemas de transporte rápido (metro, trenes, etc.) a los limites del aeropuerto.
2. El acceso desde los limites del aeropuerto a través de las calles y del transporte rápido hacia las áreas de estacionamiento y de descenso de pasajeros en el edificio.

El primer segmento es parte del sistema vial que forma parte de las ciudades y depende de las autoridades locales y regionales, siendo de estas la responsabilidad de administrar, diseñar y construir esta parte de los accesos a los aeropuertos. Sin embargo, es importante que las personas encargadas del diseño del aeropuerto intervengan en el proceso de diseño de este segmento para que así se logre un trabajo congruente y bien pensado que evite congestiones futuras.

El segundo segmento es responsabilidad de la administración del aeropuerto desde el limite del mismo, los estacionamientos hasta la zona de descenso en el edificio de pasajeros. Para su diseño se debe tomar en cuenta el primer segmento para proporcionar un intercambio fluido y sin contratiempos entre ambos segmentos.

El mayor problema con respecto al acceso surge a partir del hecho de que el uso del aeropuerto tiende a tener sus picos de demanda máxima, en los mismos periodos de la mañana y de la tarde que el sistema de tránsito urbano y suburbano. Debido a que los automóviles particulares, taxis y autobuses (en los cuales se transportan los pasajeros, acompañantes y empleados) comparten el primer segmento del sistema de acceso con el resto de los usuarios del sistema vial de la zona, estos se ven entonces afectados por los congestionamientos y la circulación lenta.

Los acompañantes generalmente viajan en el mismo vehículo que los pasajeros, es por eso que no son factores importantes en la generación de problemas de acceso al aeropuerto. Por otra parte, los empleados si contribuyen a los problemas de circulación pues ellos si se transportan en vehículos separados. Los accesos de los aeropuertos son diseñados basándose en el tránsito normal de una hora pico.

Los modos de transporte que utilizan las calles (automóviles particulares, taxis y autobuses entre otros), satisfacen alrededor del 70% de todos los viajes de acceso. A pesar de lo anterior, el diseñador del aeropuerto debe estar consiente de que aún en los Estados Unidos, el país con el mayor número de automóviles, aproximadamente un cuarto de su población no tiene acceso a un automóvil. Es por eso que es necesario considerar la existencia de transporte público en todos los aeropuertos de tamaño considerable.

Además, debido a la baja densidad de pasajeros que transporta un automóvil particular y a problemas de circulación y estacionamiento dentro del aeropuerto, es preferible el uso de sistemas de transporte que permitan mayor densidad de pasajeros.

Conectar el aeropuerto a una red de transporte eficiente ofrece al viajero una alternativa razonable al automóvil. Aún más, los empleados del aeropuerto con el tiempo es posible que se establezcan en lugares donde puedan ser atendidos por transporte público.

Sin embargo, todo lo anterior es por el momento, impráctico pues ningún otro medio de transporte terrestre puede ofrecer mejor nivel de conveniencia que el automóvil. Por ejemplo, para los pasajeros es poco práctico utilizar el transporte público pues este no les permite viajar cómodamente con equipaje, especialmente cuando las horas pico de ocupación de los transportes públicos coincide con las horas pico del aeropuerto.

En el caso del aeropuerto de la ciudad de México, se tiene un pico de cinco a ocho de la noche mismo que coincide con la salida del trabajo de la mayoría de los empleados. En este periodo acceder al aeropuerto utilizando cualquier tipo de vehículo es muy difícil. La mejor solución al problema es salir con más anticipación y utilizar un automóvil particular. ¿Por qué? Analizemos por ejemplo el caso del Metro, siendo este un medio poco o nada sensible a los congestionamientos viales de los otros transportes superficiales sería la mejor opción. A pesar de lo anterior, es fácil imaginarse la saturación que se tiene en esos momentos en el Metro. Hay que considerar además que el usuario del aeropuerto trae por lo menos una maleta de tamaño mediano. También hay que mencionar que las rutas para llegar al aeropuerto no son lo más directas posibles, pues lo más probable es que haya que transbordar, ya sea en la Raza o en Pantitlán. En ambos casos, este transbordo significa caminar distancias superiores a las convenientes con la(s) maleta(s) a cuestas. La otra opción posible, el taxi, es muy costosa por el tiempo que el viaje al aeropuerto implica.

Por otro, la decisión de los pasajeros de utilizar cierto tipo de transporte está influenciada por lo siguiente:

1. Familiaridad con el área.
2. Equipaje.
3. Limitantes de tiempo y requerimientos de confiabilidad.
4. Visitantes acompañantes.
5. Naturaleza del viaje (Nacional/Internacional, De negocios/Turístico).

En el caso de los empleados del aeropuerto, ellos se comportan de la misma manera que el resto de la población y están sujetos al mismo proceso de decisión.

Es importante mencionar que es conveniente que las personas responsables de la administración de los aeropuertos se encuentren en permanente contacto con las autoridades locales y regionales para estar al tanto de la situación actual y futuros cambios que pudieran tenerse en los alrededores del aeropuerto y que pudiesen afectar de manera directa o indirecta la operación de los mismos.

1.4 Efectos en la localización del aeropuerto.

Quizás el aspecto más importante de la planeación y diseño de un aeropuerto es la selección del lugar en donde se desarrollará. Errores que se pudieran tener en esta fase del programa de desarrollo del aeropuerto pueden provocar la falla o la rápida obsolescencia de la instalación.

Actualmente, hay varias tendencias que han complicado el problema de la selección del sitio:

1. Se tiene crecimiento desordenado alrededor de la mayoría de las ciudades, y esto ha sido acompañado por un incremento en la escasez de terrenos y el alza en su precio.
2. Han aparecido aviones más grandes y rápidos requiriendo mayores pistas y más espacio de servicio, junto con más estacionamientos y espacio de circulación para automóviles.
3. Los requerimientos y deseos del público con respecto a servicios, se han vuelto más elaborados.

Una vez que las necesidades del aeropuerto han sido determinadas, se recomienda hacer un estudio. En este estudio se debe prestar atención especial a la localización de otros aeropuertos e instalaciones de transporte terrestre, obstrucciones, características topográficas y condiciones atmosféricas.

Hay por lo menos 10 factores que deben ser considerados cuando se analizan los sitios posibles:

1. Conveniencia a los usuarios.
2. Disponibilidad de terreno y costo.
3. Diseño y disposición del aeropuerto.
4. Obstrucciones aéreas.
5. Factores de ingeniería.
6. Factores sociales y ambientales.
7. Disponibilidad de servicios.
8. Condiciones atmosféricas.
9. Peligros debido a pájaros.
10. Coordinación con otros aeropuertos.

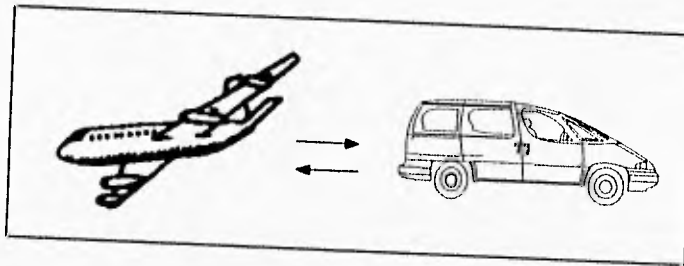
Si se desea que sea exitoso, un aeropuerto debe ser localizado convenientemente para quienes lo usan. Desde este punto de vista, el aeropuerto idealmente debería ser construido cerca del centro de la mayoría de las ciudades. El problema obvio de las obstrucciones aéreas y el costo del terreno impide esta posibilidad. Es por eso que la mayoría de los aeropuertos han sido localizados a varios kilómetros de la ciudad.

El desarrollo urbano desordenado y, el aumento de la escasez y costo de los terrenos, han hecho que los aeropuertos se construyan cada vez más lejos de las ciudades. Al mismo tiempo, las velocidades de vuelo han crecido haciendo que un porcentaje cada vez mayor de pasajeros aéreos pasen más tiempo en el segmento terrestre del viaje que en el aire. La relación entre tiempo de viaje terrestre y tiempo total de viaje disminuye con el aumento de la distancia total del viaje. *En un estudio de las cincuenta rutas ciudad - ciudad más intensamente utilizadas, este indica que los viajes en que la distancia de aeropuerto a aeropuerto era de 470 kilómetros o menos, de 51 al 65% del tiempo total del viaje era utilizado para el segmento terrestre. Para viajes en que la distancia de aeropuerto a aeropuerto era de 1850 kilómetros o más, este porcentaje variaba entre 22 y 32%.*

Se sabe que el uso de un aeropuerto es muy sensible a la relación entre tiempo de viaje terrestre y tiempo total de viaje, y al crecer la relación, se puede esperar que el tráfico aéreo disminuya rápidamente.

Desde el punto de vista del usuario, el tiempo de viaje es una medida de conveniencia más importante que la distancia. Entonces, un sitio posible relativamente lejano no debe ser descalificado si está convenientemente localizado cerca de una autopista u otra instalación de transporte terrestre.

Como conclusión de este capítulo, se puede observar que el congestionamiento vial tiene un efecto directo en lo que más le importa al usuario: el tiempo total de viaje desde el punto de vista puerta a puerta. El tiempo total de cualquier viaje varía según la hora del día en que se realice. No es lo mismo, por ejemplo, desplazarse al aeropuerto de la Ciudad de México a las 6 o 7 de la mañana que a las 11 de la mañana.



Capítulo 2

Características Generales de los Medios de Transporte

2.1 Sistemas de Transporte.

Para poder evaluar y caracterizar a un sistema de transporte terrestre, antes que nada es necesario describir los elementos principales del mismo. Para eso a continuación se describen las principales características de un sistema de transporte:

1. *Funcionamiento del Sistema*, se refiere al conjunto completo de los *elementos de funcionamiento*, siendo los más importantes:

- a. *Frecuencia de servicio*, número de salidas de unidades de transporte por hora.
- b. *Velocidad de operación*, velocidad de viaje que los pasajeros experimentan.
- c. *Confiabilidad*, expresada como el porcentaje de las unidades de transporte que llegan con una desviación de tiempo, con respecto al horario, menor a la establecida.
- d. *Seguridad*, medida por el número de muertes, heridos y daño de propiedades por 100 millones de pasajeros - km, o una unidad similar.
- e. *Capacidad del carril, vía o ruta*, número máximo de espacios (capacidad ofrecida) o personas (capacidad utilizada) que los vehículos de transporte puede llevar a través de un punto sobre el carril, la vía o la ruta durante una hora.
- f. *Capacidad Productiva*, es el producto de la velocidad de operación y la capacidad del carril. Como un indicador compuesto incorporando un elemento básico afectando a los pasajeros (velocidad) y uno afectando al operador (capacidad), la capacidad productiva es un indicador de desempeño muy conveniente para la comparación de modos.
- g. *Productividad*, la cantidad de producción por unidad de recurso (por ejemplo, vehículo - km, espacio - km, ó persona - km por unidad de trabajo, costo de operación, combustible, anclito de derecho de vía entre otros).
- h. *Utilización*, la relación de producción a inversión, pero de la misma o similar unidad, por ejemplo, persona - km/espacio - km ofrecido.

2. *Nivel de Servicio* es la medida general de todas las características de servicio que afectan a los usuarios. Es el elemento básico para atraer usuarios potenciales al sistema. Sus principales factores pueden dividirse en tres grupos:

- a. *Elementos de funcionamiento que afectan a los usuarios*, tales como velocidad de operación, confiabilidad y seguridad.
- b. *Calidad de Servicio*, consiste de los elementos cualitativos del servicio, tales como conveniencia y simplicidad para utilizar el sistema, comodidad del viaje, estética, limpieza, y comportamiento de los pasajeros.
- c. *Precio* que el usuario debe pagar por el servicio (la tarifa).

3. *Impactos*, son los efectos que el servicio de transporte provoca a su alrededor y en el área en la que opera. Estos pueden ser *positivos* o *negativos*. *Impactos de corto plazo* incluyen la reducción de la congestión en las calles, cambios en la contaminación del aire, ruido, y la estética a lo largo del nuevo carril. Los *impactos de largo plazo* consisten en cambios en el costo del terreno, actividades económicas, forma física y en el ambiente social/humano de la ciudad.

4. *Costos*, están normalmente divididos en dos categorías: *costos de inversión* (o costos de capital) que son requeridos para la construcción o más adelante hacer cambios permanentes en la planta física del sistema de transporte y *costos de operación* que son causados por la operación normal del sistema.

La *evaluación y análisis comparativo* entre diferentes sistemas de transporte debe incluir a las cuatro categorías mencionadas en los párrafos anteriores. Normalmente, el modo seleccionado es el que ofrece la mejor combinación de las cuatro categorías y no el que ofrece mejor desempeño o menor costo.

2.2 Modo aeronáutico.

En el sistema convencional de transporte aéreo, los aviones y los aeropuertos son dependientes el uno del otro para proveer el servicio de pasajeros y carga. En el pasado, el sistema evolucionó en forma separada en cuanto a la planeación de aeropuertos, estructuración de rutas y la tecnología de los aviones. Los avances tecnológicos, el principal factor para el crecimiento de este modo, han sido rápidamente asimilados por las aerolíneas para expandir sus rutas y mejorar su eficiencia en términos de costo real por asiento - kilómetro proporcionado. Los responsables de proporcionar los aeropuertos han planeado, diseñado y construido las instalaciones necesarias para asegurar que no sean dejados atrás en su participación dentro de esta industria de alto crecimiento.

Los avances tecnológicos en los motores y la estructura de los aviones han permitido una reducción significativa en el costo real de los vuelos y al mismo tiempo han llevado a mejoras en la operación del sistema. Estas mejoras en velocidad, alcance, precio del boleto, confort y seguridad han sido responsables de las altas tasas de crecimiento.

Aunque los ingenieros civiles y planeadores no están encargados del diseño de aviones, las características de estos tienen una influencia significativa sobre el diseño de aeropuertos. El diseño satisfactorio de estas instalaciones depende no solo del conocimiento de las principales características de los aviones, sino también del entendimiento de las tendencias de estas características. La tecnología altamente cambiante de la aviación ha dejado muchos aeropuertos técnicamente obsoletos mucho antes del fin de su vida económica. Mientras el peso de los aviones, y específicamente, la carga por llanta es el principal determinante de si un avión puede usar o no las instalaciones, el tamaño, la capacidad, y el alcance también afectan la planeación de un aeropuerto.

El peso de los aviones afecta el diseño del espesor de los pavimentos para las pistas, calles de rodaje y plataformas. Además, junto con la aerodinámica y la potencia de los motores, entre otros, son responsables de la longitud de pista necesaria para los despegues y aterrizajes.

El tamaño, como es demostrado por la longitud del fuselaje (L), la envergadura (E), la altura de puertas, y la altura del timón vertical (H), afecta el diseño de las plataformas y áreas de estacionamiento, ancho de pistas y calles de rodaje, radios de giro, y hangares y cobertizos de mantenimiento. Algunas de estas dimensiones se pueden ver acotadas en la figura No.3 que se encuentra en la siguiente página.

La capacidad en términos de pasajeros y carga, junto con requerimientos de combustible, determinan el tamaño y capacidad de los servicios de tierra que deben ser prestados para minimizar el tiempo de permanencia de los aviones. Las instalaciones afectadas por la capacidad de los aviones incluyen el tamaño del edificio, las instalaciones de manejo de equipaje, las salas de espera y las posiciones de salida, las instalaciones de descarga de carga y flete, y el almacenaje de combustible.

El alcance tiene impacto en la frecuencia de operaciones, mezcla de tipos, y tamaño del avión que va a ser atendido por un aeropuerto con los consecuentes efectos en la capacidad de las pistas y posiciones.

En un principio, los costos de operación de los aviones constituían el 85% de los costos operativos de todo el sistema de transporte aéreo. Los aeropuertos representaban el 10%, y el 5% restante los integraban cargos de navegación y gastos generales del control gubernamental. Es, en vista de lo anterior que, con el fin de reducir los costos de operación de los aviones, se buscaban hacer cambios en el diseño y la operación de los mismos; Por lo mismo, los aeropuertos se adaptaban a todas las modificaciones que estos cambios representaban.

Un ejemplo de estas modificaciones se presenta claramente en la longitud de las pistas. Como se puede ver en la figura No.7, la longitud en las pistas cambia de acuerdo a los requerimientos de la flota esperada en operación. Hasta principios de los '60s, las longitudes de pista estaban incrementándose constantemente. Con la introducción de los aviones con motores turbo - abanico y el retiro gradual del equipo de turbina puro, los requerimientos de longitud de pista primero se estabilizaron y posteriormente disminuyeron gradualmente. La tendencia de permitir que los costos de operación de los aviones dominaran el diseño del sistema de transporte aéreo fue revertida a fines de los '60s debido a varias razones:

- Consideraciones ambientales.
- El aumento en el valor de los terrenos y los costos de construcción incrementó la contribución de los aeropuertos al costo del capital de todo el sistema, que ya era considerablemente mayor a su contribución a los costos de operación.
- El aumento en el costo y la escasez del capital aumentó la importancia de la correcta definición del papel del aeropuerto dentro del sistema.

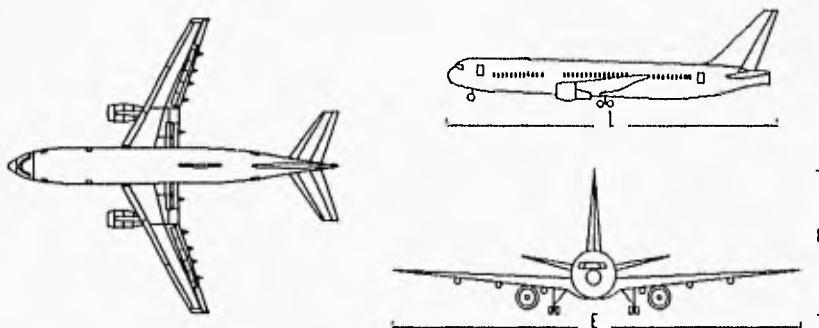


Fig. No.3

2.3 Tendencias del Vehículo Aéreo.

2.3.1 Peso.

La introducción del motor de turbina permitió continuar el aumento de peso bruto de los aviones de transporte que de otra manera hubiera estado limitado por el techo de operación de los motores convencionales de combustión interna. En la figura No. 4 se indican las tendencias desde 1930 hasta 1995. Los fabricantes de aviones anticipan que pesos brutos en la región de los 450,000 kilogramos son posibles por 1996 o antes, si la demanda es suficiente para asegurar la producción de semejantes vehículos. A pesar de que los pesos brutos han seguido aumentando, no hay un aumento similar en el espesor requerido de los pavimentos.

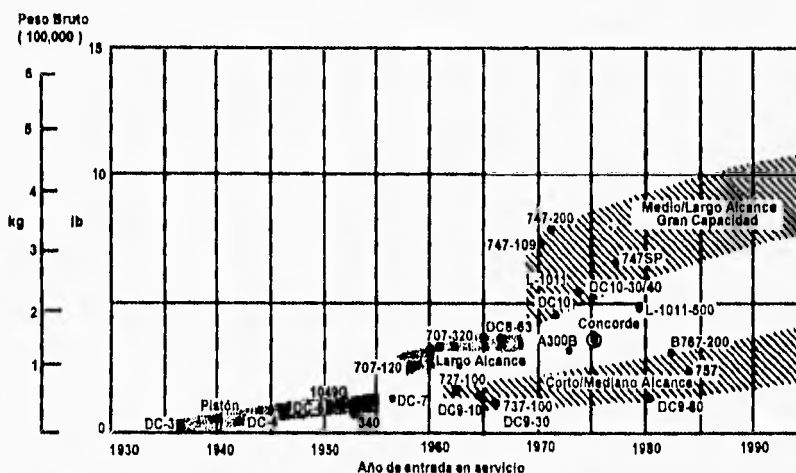


Fig. No.4. Tendencias en el crecimiento del peso de los aviones de transporte aéreo.
(Fuente: Asociación de Industrias Aeroespaciales de América)

2.3.2 Longitud del fuselaje.

En la figura No. 4 se muestran las tendencias desde 1945. Después de la introducción de los transportes de turbina, la longitud del fuselaje de los aviones creció constantemente. En 1970 la longitud del fuselaje tuvo un incremento muy fuerte con la introducción del B747-100. El primer transporte supersónico que entró en servicio, el Concorde, contrarrestó la tendencia del incremento de longitud. Sin embargo, este no ha probado ser un diseño económico y en 1978 la producción del nuevo avión cesó. Los aviones subsónicos probablemente llegarán a un límite en la longitud de fuselaje al introducirse diseños con varias cubiertas.

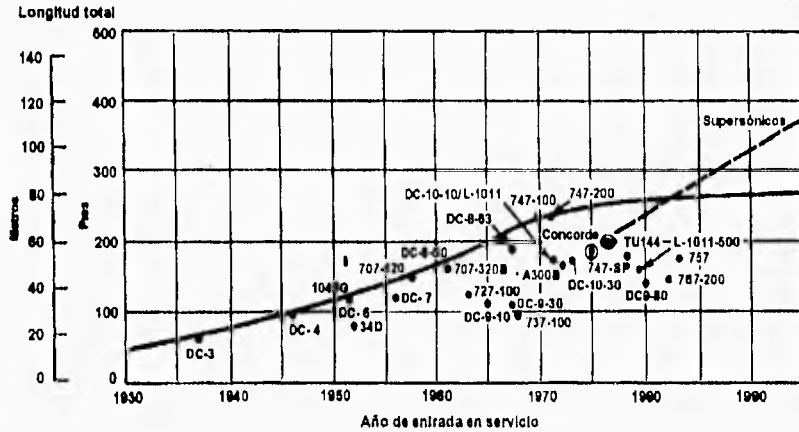


Fig. No.5. Tendencias en el crecimiento de la longitud total de los aviones de transporte aéreo. (Fuente: Asociación de Industrias Aeroespaciales de América.)

2.3.3 Envergadura.

Debido al diseño eficiente de las alas y al aumento significativo en los sistemas de potencia, la envergadura de los aviones de transporte ha crecido ligeramente en comparación al aumento en peso bruto y carga pagada. Esto es afortunado porque, como ya se mencionó anteriormente, el diseño de las plataformas es afectado, de manera especialmente severa, por incrementos en la envergadura, y requiere expansión considerable para manejar giros y aviones estacionados. Además, los márgenes laterales de los pavimentos de las pistas y calles de rodaje han experimentado erosión inesperada causada por el escape de gases de los motores externos de los aviones más grandes. En la figura No. 6 se muestran las tendencias de los transportes de largo y medio alcance entre 1930 y 1980.

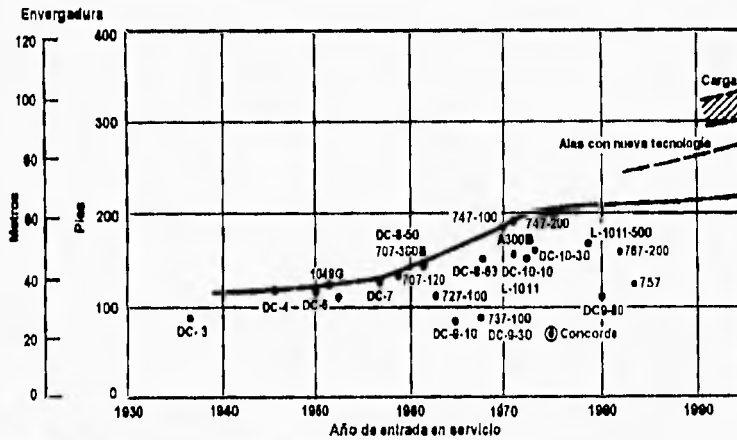


Fig. No.6. Tendencias en el crecimiento de la envergadura de los aviones de transporte aéreo. (Fuente: Asociación de Industrias Aeroespaciales de América.)

2.3.4 Longitud de pista.

Hasta finales de los '50s, las pistas más largas que habían sido diseñadas para aviones convencionales de pistón eran del orden de 2900 metros de longitud. Con la introducción de los grandes transportes de turbina de la época tales como el Boeing 707 y el Douglas DC-8 se volvió necesario diseñar y proveer pistas de más de 4300 metros. Pistas más largas eran requeridas por los nuevos aviones porque tenían poco empuje a bajas velocidades y gran carga en las alas. Esta tendencia fue revertida con la introducción de motores de turboabánico, como se puede ver en la figura No. 7. Con la adición de una extensión del compresor como abanico, hay un aumento significativo en el empuje. Como resultado, el avión tiene mucho mayor capacidad de elevación con la subsecuente reducción en la longitud de pista requerida. Otra ventaja de este nuevo tipo de motor es la reducción del ruido durante el despegue. No se espera una tendencia hacia pistas más largas pues aún los aviones supersónicos pueden operar en las pistas existentes.

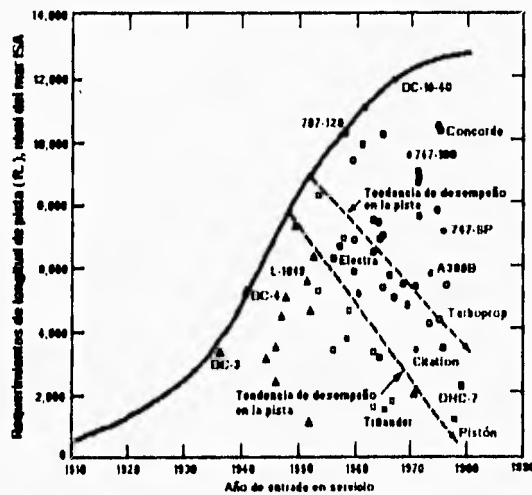


Fig. No.7. Tendencias en longitud de pista.
 Δ motor de pistón; □ turboprop; ○ turbinas y abanicos

2.3.5 Capacidad de pasajeros.

Los diseñadores de vehículos aéreos predicen el aumento constante en la capacidad de los transportes aéreos con una tasa de cerca de 2.5% por año. En un futuro cercano, es casi seguro que aviones de cerca de 800 pasajeros estén en operación.

El incremento constante en la capacidad de pasajeros ha provocado problemas importantes en los edificios de pasajeros. A pesar de que el uso de aviones de gran capacidad disminuye los problemas en la zona aérea, la zona terrestre ha demostrado estar mal diseñada para manejar los aviones de fuselaje ancho, que empezaron a operar en 1970. Las salas de salidas y llegadas, el manejo de equipaje, y los procedimientos de acceso y egreso no han mantenido el paso con las rápidamente cambiantes capacidades de los vehículos aéreos. La vida económica de un aeropuerto debe ser mucho mayor que la de un avión. Entonces, muchos edificios que no fueron diseñados para el manejo de aviones de cuerpo ancho, tendrán que ser modificados para hacerlo durante muchos años.

La razón que ha motivado la tendencia hacia los aviones de gran capacidad es la habilidad de estos aviones para reducir los costos de operación, de mano de obra y de combustibles. Se espera que continúe la tendencia hacia aviones más eficientes y con mayores factores de carga.

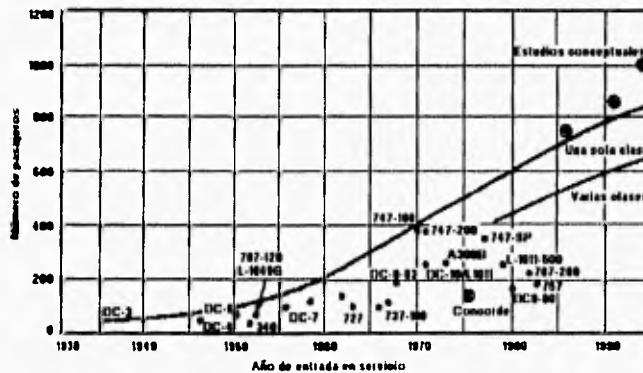


Fig. No.8. Tendencia de crecimiento de la capacidad de pasajeros de los aviones
 (Fuente: Asociación de Industrias Aeroespaciales de América)

2.3.6 Velocidad de crucero.

Desde el principio de la aviación comercial ha habido una tendencia de largo plazo hacia mayores velocidades de crucero para los transportes aéreos, como se puede ver en la figura No.9. En el pasado, mejoras en los aviones los han llevado a velocidades poco menores a la del sonido; los Boeing 707, 727 y 747 tienen velocidades de cerca de 1000 kph. Con la introducción del Concorde en 1972, el límite superior tuvo un aumento significativo a 2690 kph. Se tienen diseños de vehículos supersónicos que indican un aumento a 3340 kph. En el futuro lejano se piensa llegar a tener transportes hipersónicos de más de 5560 kph

A pesar de la tendencia de largo plazo, la continuación lógica hacia mayores incrementos de velocidad se encuentra sujeta a serias dudas. Las velocidades mayores dan cada vez menos beneficios marginales en ahorros de tiempo de viaje. En vuelos nacionales, el vuelo supersónico es antieconómico con excepción de los vuelos transcontinentales. Aún en estos viajes tan largos el tiempo ahorrado sería relativamente pequeño. El uso de transportes supersónicos sobre los E.U. continentales ha generado una reacción poco favorable, similar a las protestas que han provocado la prohibición de dichos vuelos sobre otros países. El desarrollo de la operación económica de aviones de alta velocidad depende de la creación de una adecuada demanda intercontinental de vuelos muy rápidos. En un futuro cercano es poco probable que se tenga la demanda necesaria para que los precios de estos vuelos sean lo suficientemente accesibles. De hecho, los rápidos incrementos del costo del combustible en los 70's y los 80's han llevado a menores velocidades subsónicas de crucero para operaciones más eficientes en consumo de combustible y a investigar nuevas tecnologías como se presenta en el tema de tendencias futuras.

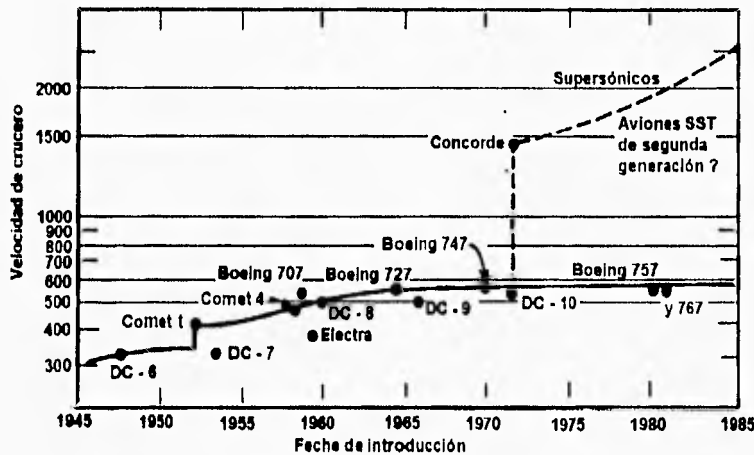


Fig. No.9. Velocidades de crucero de aviones de transporte aéreo.

2.3.7 Contaminación del aire.

La contaminación del aire en un aeropuerto puede deberse a varios factores. Algunas de las mayores fuentes son las siguientes:

1. Gases de escape de motores de los aviones.
2. Desahogo del combustible de aviones.
3. Sistemas de abastecimiento y servicio a los aviones.
4. Vehículos de motor de pasajeros, empleados y visitantes.
5. Equipo de servicio de tierra.
6. Plantas de calefacción y enfriamiento de los edificios.
7. Operaciones de construcción.

Los contaminantes contenidos en los gases de escape de los aviones consisten principalmente de monóxido de carbono, bióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, ceniza, y otras partículas. Los gases de escape también contienen ácidos orgánicos altamente irritantes y compuestos de carbón y sulfuros. La cantidad de compuestos emitidos a la atmósfera es una función del tipo de avión y de motor, la fase o modo de operación, y que tanto tiempo el avión es operado en cada fase. Es útil considerar los contaminantes emitidos en las siguientes fases de operación:

1. Neutro o Circulación.
2. Despegue.
3. Ascenso (desde despegue de ruedas a una altitud de 1000m).
4. Aproximación (desde 1000 m de altitud a toque de ruedas).
5. Aterrizaje.

Para la mayoría de los aviones de turbina, la tasa de emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos es mayor durante la fase de circulación o neutro, y la tasa de emisión de óxidos de nitrógeno es mayor durante el despegue y ascenso inmediato.

La evaporación de combustible de derrames que ocurren durante el abastecimiento y de los tanques de almacenamiento pueden producir una cantidad significativa de contaminación de aire. Casi todas las emisiones de vapor de estas fuentes son hidrocarburos.

Tanto como el 25% de los contaminantes emitidos por todas las fuentes dentro del aeropuerto provienen de los vehículos de motor de pasajeros, empleados y visitantes. Contaminación adicional proviene de los equipos de gasolina del servicio terrestre. La cantidad de contaminación de estas fuentes está directamente relacionada a la cantidad de combustible consumida.

En grandes aeropuertos, las plantas de calefacción pueden ser una fuente importante de contaminación. La cantidad y tipo de contaminantes depende del tipo de planta que se esté utilizando.

Las operaciones de construcción en un aeropuerto también pueden ser una fuente de contaminación importante. Las actividades de limpieza y excavación, demolición y otras actividades semejantes pueden agregar polvo, humo, emisiones de gases y otros contaminantes a la atmósfera.

2.3.7 Contaminación del aire.

La contaminación del aire en un aeropuerto puede deberse a varios factores. Algunas de las mayores fuentes son las siguientes:

1. Gases de escape de motores de los aviones.
2. Desahogo del combustible de aviones.
3. Sistemas de abastecimiento y servicio a los aviones.
4. Vehículos de motor de pasajeros, empleados y visitantes.
5. Equipo de servicio de tierra.
6. Plantas de calefacción y enfriamiento de los edificios.
7. Operaciones de construcción.

Los contaminantes contenidos en los gases de escape de los aviones consisten principalmente de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, ceniza, y otras partículas. Los gases de escape también contienen ácidos orgánicos altamente irritantes y compuestos de carbón y sulfuros. La cantidad de compuestos emitidos a la atmósfera es una función del tipo de avión y de motor, la fase o modo de operación, y que tanto tiempo el avión es operado en cada fase. Es útil considerar los contaminantes emitidos en las siguientes fases de operación:

1. Neutro o Circulación.
2. Despegue.
3. Ascenso (desde despegue de ruedas a una altitud de 1000m).
4. Aproximación (desde 1000 m de altitud a toque de ruedas).
5. Aterrizaje.

Para la mayoría de los aviones de turbina, la tasa de emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos es mayor durante la fase de circulación o neutro, y la tasa de emisión de óxidos de nitrógeno es mayor durante el despegue y ascenso inmediato.

La evaporación de combustible de derrames que ocurren durante el abastecimiento y de los tanques de almacenamiento pueden producir una cantidad significativa de contaminación de aire. Casi todas las emisiones de vapor de estas fuentes son hidrocarburos.

Tanto como el 25% de los contaminantes emitidos por todas las fuentes dentro del aeropuerto provienen de los vehículos de motor de pasajeros, empleados y visitantes. Contaminación adicional proviene de los equipos de gasolina del servicio terrestre. La cantidad de contaminación de estas fuentes está directamente relacionada a la cantidad de combustible consumida.

En grandes aeropuertos, las plantas de calefacción pueden ser una fuente importante de contaminación. La cantidad y tipo de contaminantes depende del tipo de planta que se esté utilizando.

Las operaciones de construcción en un aeropuerto también pueden ser una fuente de contaminación importante. Las actividades de limpieza y excavación, demolición y otras actividades semejantes pueden agregar polvo, humo, emisiones de gases y otros contaminantes a la atmósfera.

A continuación presento una tabla de emisiones de contaminantes, que a pesar de estar atrasada sirve como referencia para observar la magnitud de la contaminación.

Tabla No.2. Estimación de Contaminantes de Aviones de turbina de largo alcance.

Fase	Tasa de Emisión de los Motores (kg/hr)			Tiempo promedio en cada Fase (min.)
	Monóxido de Carbono	Hidrocarburos	Oxido de nitrógeno	
Neutro o Circulación	46.7	38.1	0.5	Variable
Despegue	4.5	5.4	67.2	1.0
Ascenso	4.5	5.9	42.6	2.2
Aproximación	13.2	5.4	9.1	4.0
Aterrizaje	4.5	5.9	42.6	0.4

Departamento de Transporte, E.U. Septiembre, 1972.

Los programas para reducir la contaminación del aire en los aeropuertos pueden ser agrupados en tres categorías:

1. Modificaciones a los motores de los aviones.
2. Modificaciones a las operaciones de tierra y control de tránsito aéreo.
3. Modificaciones relativas a la planeación, diseño, y construcción de los aeropuertos.

Se pueden lograr importantes reducciones en la tasa de contaminación de los aviones con mejores diseños, pero estas modificaciones son costosas y sólo pueden ser implementadas a lo largo de un gran periodo de tiempo. También hay un número de cambios operacionales que pueden ser introducidos para reducir la contaminación del aire; sin embargo, algunos de los cambios sólo pueden ser llevados a cabo con considerables costos adicionales o riesgos. Aparentemente, los cambios operacionales más deseables podrían ser:

1. Solicitar que los motores se apaguen en las posiciones.
2. Usar menos motores, operando a mayores r.p.m. cuando los aviones circulen, para reducir las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos.
3. Eliminar el problema del desahogo de combustible proporcionando medios para drenar el combustible residual sin quemar en las posiciones.

Los planeadores de aeropuertos podrían tener el mayor éxito en reducir el impacto de la contaminación del aire a través de mejor planeación, diseño, y construcción. Por ejemplo, los aeropuertos nuevos podrían tener zonas que permitan amortiguar los efectos de la contaminación entre el aeropuerto, donde las concentraciones de contaminación son mayores, y la comunidad. En la medida de lo posible, los estacionamientos, plantas de calentamiento y otras fuentes de contaminación deberían ser separadas y localizadas de manera que el viento se lleve los contaminantes lejos de las zonas de acceso al público en general. La contaminación provocada por el tráfico de vehículos puede ser disminuida con el diseño de caminos de acceso que eviten cuellos de botella y paradas innecesarias.

2.3.8 Contaminación por ruido.

Antes de 1960, había poca preocupación acerca del ruido. Desde la introducción de los aviones comerciales de turbina en 1959, ha habido un cambio dramático en la naturaleza y magnitud del problema de contaminación por ruido. La mayor atención en el ruido en los aeropuertos como un problema ambiental serio, ha resultado de la combinación de varios factores, entre los cuales se encuentran los siguientes:

1. Incremento en el tránsito aéreo, especialmente vuelos utilizando mayores y más potentes aviones de turbina.
2. Incremento en la urbanización de los alrededores de los aeropuertos.
3. Incremento de la preocupación pública en materia de problemas ambientales en general y de los problemas de ruido en los aeropuertos en particular.

El ruido generado en los aeropuertos crea problemas para tomar las decisiones acerca de su localización y la capacidad. La correcta apreciación de los patrones futuros de ruido, para minimizar su efecto sobre las comunidades cercanas, es esencial para la correcta ubicación de las pistas. Fallas en este aspecto puede resultar en problemas de capacidad por efecto de toques de queda y límites máximos de exposición permisible al ruido.

Como un ejemplo de lo que se ha hecho en materia de control se tiene lo siguiente: En 1969, la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA) promulgó unos estándares de ruido para certificar a los aviones de turbina de nuevo diseño. Las reglas fueron modificadas en 1973 para incluir bajo estos estándares a los aviones nuevos de diseño viejo. En 1976, la FAA anunció que los aviones viejos, más ruidosos de cuatro motores que no cumplieran con los niveles de ruido permitidos tendrían que ser modificados o retirados del servicio dentro de un plazo de ocho años. El problema del ruido es un problema mundial y la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) ha adoptado criterios similares para los aviones de turbina.

Tanto en el tiempo como la variación con el peso, las regulaciones están cuidadosamente ajustadas para demandar sólo aquello que la tecnología actual puede proporcionar, sin penas económicas excesivas.

Los aviones de turbina de la primera generación (Fase 1 para la FAA, Capítulo 1 para OACI) ya no pueden operar en los Estados Unidos y en otros países desarrollados. En los Estados Unidos, por ejemplo, hay muchos aeropuertos que tampoco permiten la operación de los aviones de la Fase 2.

Al principio de los años 90's, hay programas internacionales (OACI y Comisión Europea de Aviación Civil, ECAC) que legislan la salida de los aviones de Fase 2 en un periodo de diez años, con el objetivo de tener sólo aviones de Fase 3 o mejores, operando dentro de áreas de su jurisdicción para 2002.

La tendencia hacia aviones de dos turbinas tales como el 767 y el Airbus para operaciones de mediano y largo alcance es buena para los problemas de ruido de los aeropuertos. Debido a que tales aviones deben tener suficiente poder para despegar y ascender con falla de un motor, la pendiente de ascenso bajo condiciones normales es muy grande. Mientras la flotas se mueven cada vez más hacia aviones de dos turbinas, el impacto del ruido tiende a reducirse hacia los límites de los aeropuertos.

Tabla No.3. Clasificación de algunos aviones por ruido.

Categoría de Ruido	Tipo de Avión
Hélice Silenciosa	DHC-7, ATR 42
Hélices	F-27, Viscount, C130, ATP
Capítulo 3/ Fase 3 Corto Alcance	B737-300, A320, BAC 146, F100, B757
Capítulo 3/ Fase 3 Mediano Alcance	A310, B767, B757
Capítulo 3/ Fase 3 Marginales	MD80, Modificados B727, 737s, etc.
Capítulo 3/ Fase 3 Pesado	último modelo DC-10, B747, A300, DC8 con cambio motores.
Capítulo 2/ Fase 2 Corto Alcance	BAC 1-11 (modificado), B737-200, B727
Capítulo 2/ Fase 2 Pesado	L1011, DC10, B747 primeros modelos
Sin certificación para requerimientos de Fase 2	SST Concorde
Pesados sin certificación	B707, DC8, VC10, IL62, B727

2.3.9 Aviación General.

Los diseñadores de aeropuertos pequeños que nunca tendrán que operar con aviones comerciales de pasajeros de largo o mediano alcance, deben considerar el incremento gradual en tamaño y peso de los aviones de aviación general. A pesar de que los aviones ligeros utilizados principalmente para entretenimiento han permanecido sin cambio por muchos años y probablemente continúen así, los aviones de aviación general utilizados para negocios han aumentado su peso al aumentar sus velocidades y capacidad de carga.

Por otro lado, al saturarse los grandes aeropuertos algunos propietarios de aviones de negocios han tendido a cambiar sus bases de operación a aeropuertos más pequeños. Esto puede producir la necesidad de pistas más largas, pavimentos más resistentes y otras mejoras en las instalaciones de los aeropuertos.

2.3.10 Carga.

La mejor medida del tamaño de un avión es probablemente su carga pagada, y su crecimiento ha ido rápidamente en aumento desde la introducción del Boeing 707 a fines de los '50s. La mayor parte de la carga es aún transportada en aviones diseñados primordialmente para pasajeros. Aún así, la carga pagada ha aumentado de alrededor de 20 toneladas en Douglas DC-6B de 1952 a más de 130 toneladas en el Boeing 747-200F de 1972. En el futuro, aviones cargueros pueden ser diseñados específicamente, capaces de transportar un volumen de carga pagada de cerca de 200 toneladas.

2.4 Tendencias Futuras del Transporte Aéreo.

Como se pudo observar, en el pasado el diseño de los aviones ha buscado incrementar la productividad aumentando la velocidad y el tamaño de los mismos. Ahora los diseños de aviones se han diversificado más, con particular énfasis en el costo de avión - km y el de asiento - km. Muchas tendencias establecidas han sido rotas. Mientras que es tecnológicamente posible, es poco probable que el crecimiento logarítmico de la velocidad continúe siendo un estímulo importante para el transporte aéreo.

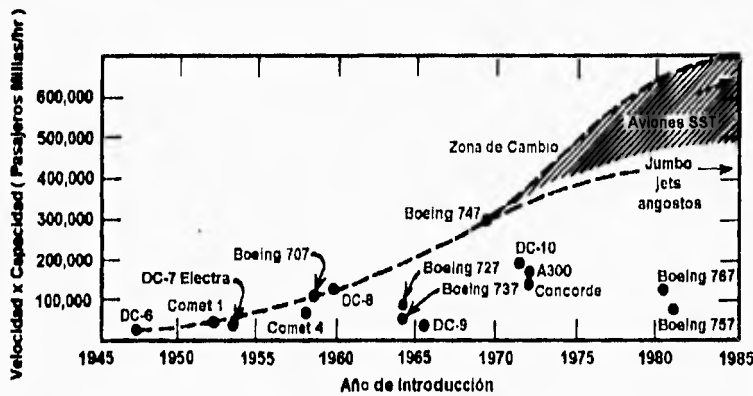


Fig.No.10. Tendencias en pasajeros millas/hora para aviones de transporte aéreo.

Muchos avances en aerodinámica, estructuras, propulsión, sistemas, y tecnología de control están pasando de la fase de desarrollo a la de producción. Estos avances permitirán una mejora constante en la eficiencia del consumo de combustible de por lo menos 25% para el año 2000. Los desarrollos tecnológicos se están volviendo tan caros que sólo una fuerte demanda puede garantizar el desarrollo de los avances; por ejemplo, los combustibles y la tecnología basada en hidrógeno.

La búsqueda de mayor eficiencia esta haciendo que se vuelvan a considerar con más atención los motores turbohélices con aspas múltiples, particularmente en el mercado de distancias cortas. Ellos proporcionan una manera fácil de obtener las longitudes de pista que estos mercados requieren para:

1. Servir los pequeños aeropuertos que no pueden justificar el gasto de pistas para operaciones de baja densidad.
2. Reducir el ruido en las áreas cercanas a los aeropuertos.
3. Incrementar la capacidad de las pistas con el uso de calles de rodaje de salidas anticipadas, pistas paralelas para STOL y de esta manera complementar la tendencia hacia servicios más frecuentes con aviones más pequeños en sectores más sensibles al tiempo por sus cortas distancias de vuelo.

Existe demanda potencial para aviones aún más grandes en algunas rutas. El hecho de que estos diseños sean aceptados dependerá cada vez más de la capacidad de igualar sus necesidades de resistencia de pistas y de diseño de edificios con las capacidades de los aeropuertos. La capacidad adicional será probablemente ofrecida en forma de asientos normales en cubiertas superiores extendidas del Boeing 747, con los problemas subsecuentes para el aeropuerto de dar servicio a esta cubierta más alta. Otro problema importante para todo tipo de aeropuertos probablemente será el incremento de envergadura de los aviones para una capacidad dada, debido a que los fabricantes buscan una mayor eficiencia aerodinámica.

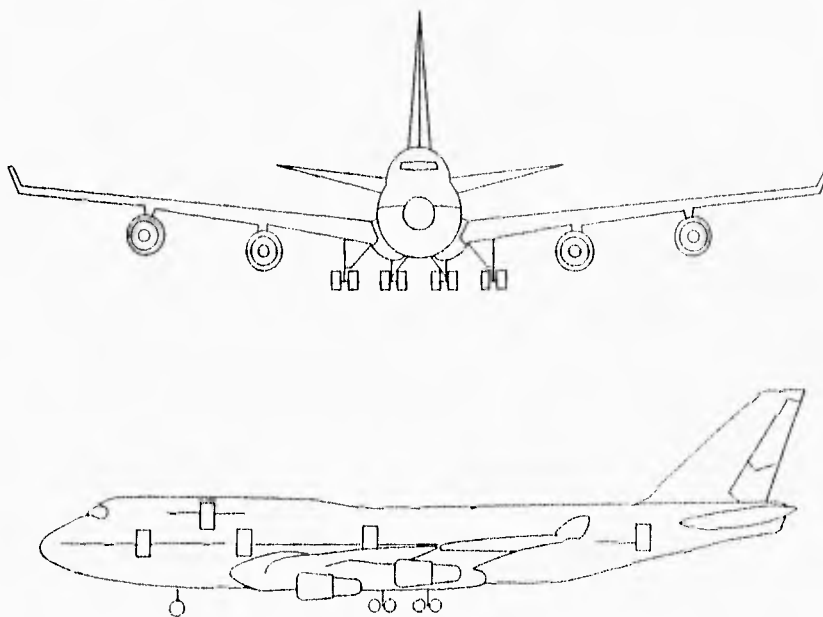


Fig. No. 11. Boeing 747/400, el Avión Comercial de Pasajeros más grande en operación.

Tabla No.4. Dimensiones y Características de algunos aviones.

Fabricante y Avión	Envergadura (metros)	Longitud Máxima (metros)	Altura Máxima (metros)	Capacidad Máxima Pasajeros	Peso Máximo Despegue (kgx1000)	Alcance Máximo (km)	Velocidad de Crucero (km/h)	Longitud de Pista FAR (metros)	
								Despegue	Aterrizaje
Aviones de Transporte Comercial									
Airbus Industrie: A340-300	60.3	63.7	16.7	335	271.0	13242	0.82MAG	-	-
Boeing: 777	60.9	93.7	18.7	375	286.9	14800	0.84MAG	2300	1550
Boeing: 747- 400	64.4	70.7	19.4	421	394.6	13390	-	3352	2072
Boeing: 767-300	47.6	54.9	15.9	290	181.4	11223	0.80MAG	2774	-
Boeing: 757-200	38.0	47.3	13.7	239	115.7	7400	-	1900	1500
Boeing: 747-200 B	59.7	70.5	19.3	500	349.3	13232	938	3200	1875
Douglas: DC-10-30	50.4	55.5	17.7	380	251.8	12343	925	3197	1817
British Aerospace / Aerospatiale: Concorde	25.5	62.1	11.6	128	181.4	8303	2179	3133	2438
Boeing: 707-320 B	44.4	46.6	13.0	219	151.3	12046	886	3048	1905
McDonnell Douglas: L - 1011 Tristar	47.3	54.4	16.9	400	195.1	8979	917	2362	1737
Airbus Industrie: A300 B4	44.8	53.6	16.6	345	150.0	6301	891	2664	1814
Boeing: 727-200	32.9	40.6	10.4	189	94.1	5912	917	3072	1463
Boeing: 737-200	28.4	30.5	11.3	130	52.4	5078	853	1996	1308
Douglas: DC-9-50	28.4	38.3	8.5	139	54.4	4485	862	2402	1426
Hawker Siddeley: HS - 748 - 2A	30.0	20.4	7.6	60	21.1	3225	449	1640	1027
Fokker: F27 - 500	29.0	25.1	8.7	56	20.4	4040	460	1667	1003
Aviones de Aviación General									
Gulfstream: Gulfstream 2	21.0	24.4	7.5	19	28.1		890	1524	972
Hawker Siddeley: HS - 125 - 600	14.3	15.4	5.2	14	11.3		817	1631	777
Lear: Learjet 36	11.6	14.9	3.8	8	7.7		853	1067	1125
Beech: Beech 99	14.0	13.6	4.4	15	4.9		460	945	677
Cessna: Cessna 421	12.8	11.0	3.5	8	3.4		436	764	664
Piper: PA - 31P	12.4	10.6	4.0	8	3.5		452	671	823
Cessna: Cessna 337	11.6	9.1	2.8	6	2.1		315	511	503
Piper: Cherokee 180	9.8	7.1	2.2	4	1.0		213	518	328
Cessna: Cessna 150	10.0	7.3	2.5	2	0.7		189	422	328

2.5 Modo terrestre.

Para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios de los aeropuertos, se utilizan o se pueden utilizar varios tipos de modos de acceso. A continuación se presentan las ventajas y desventajas de algunos de los modos de transporte utilizados:

2.5.1 Automóvil.

El modo más utilizado en la mayoría de los países para el acceso a los aeropuertos es el automóvil. Su atractivo proviene de su gran flexibilidad y de la conveniencia de su movimiento directo entre origen y destino, especialmente en los casos de querer transportar una gran cantidad de equipaje, o en compañía de una persona mayor, minusválidos o niños pequeños. La velocidad de acceso es potencialmente alta, especialmente si no se tiene que atravesar la parte central de la ciudad. Si solo necesita estacionarse en el aeropuerto por periodos cortos, el viaje resulta relativamente económico.

La principal desventaja resulta de compartir la superficie de rodamiento con otros usuarios, siendo entonces inevitables e incluíbles las congestiones, que el exceso de vehículos ocasionan. Esto le resta confiabilidad cuando hay congestionamientos y lo hace vulnerable a retrasos. Otra desventaja es la necesidad de infraestructura destinada para estacionamientos en el aeropuerto. Si se desea estacionamiento para largos periodos de tiempo, este es caro cerca de la terminal y es necesario buscarlo lejos de la misma, provocando un aumento en el tiempo de acceso. El costo del estacionamiento puede ser tan alto que influya en la utilización de modos alternativos de acceso.

2.5.2 Taxis.

Este medio es frecuentemente utilizado para viajes de negocios y cuando la distancia entre el origen y el aeropuerto no es grande. Siendo directo entre origen y destino, con fácil manejo de equipaje, el medio ofrece un alto nivel de conveniencia. El usuario puede encontrar un taxi en varios sitios en la ciudad, también lo puede parar en cualquier calle o puede llamar por teléfono a una central despachadora para que lo envíe. En algunos casos el tomarlo puede tardar más que utilizar el automóvil particular pero el taxi no tiene problemas de estacionamiento. El medio tiende a ofrecer alta velocidad y aunque el costo es alto; si viajan varias personas el costo se divide, resultando menor por persona.

Siendo el taxi a final de cuentas un automóvil esta igualmente expuesto a los congestionamientos viales. En lugar de tender a solucionar el problema del congestionamiento contribuye a él debido a su baja densidad de ocupación. Para evitar las grandes filas de taxis esperando, en algunos aeropuertos se han diseñado áreas de espera para los taxis, de las cuáles son llamados por medio de un despachador.

2.5.3 Autobús Urbano.

Este servicio consiste en autobuses operando a lo largo de rutas fijas con horarios establecidos. Con vehículos que varían en capacidad desde minibuses (20 a 35 lugares) a autobuses articulados (hasta 130 lugares) y la habilidad de operar en casi todas las calles y avenidas, los autobuses son con mucho el sistema de transporte público más usado. Además, los autobuses proporcionan servicios que abarcan un amplio rango de niveles de servicio, de desempeño, costos e impactos. Entre más concentrada se encuentre la demanda a lo largo de corredores, más ventajas ofrece el autobús normal.

Los servicios más comunes de autobuses son: el de rutas en calles, que en algunos casos puede representar todo el sistema (en ciudades pequeñas o medianas) y los servicios suplementarios y alimentadores a sistemas de riel.

Se puede implementar un servicio express que proporciona autobuses rápidos y confortables en rutas largas con estaciones muy separadas. Algunas ocasiones tiene tarifas más elevadas que los servicios normales. La confiabilidad de este servicio depende de las condiciones de tráfico a lo largo de la ruta.

Aplicaciones

Al estar integrado a una red urbana, el servicio de autobuses urbanos brinda un alto grado de conveniencia para el personal del aeropuerto.

Sin embargo, desde el punto de vista del viajero este modo es menos conveniente. Esto se debe a que las rutas pueden ser difíciles, especialmente en una ciudad extraña y cargando maletas durante las horas pico de demanda de transporte de pasajeros en general. Es un medio sensible a los congestionamientos, además que los horarios y las rutas, en la mayoría de los casos, se diseñan sin tomar en cuenta las necesidades de los viajeros aéreos. La velocidad es normalmente baja por las paradas frecuentes. Sin embargo, si se proporciona un servicio adecuado esto podría reflejarse en ahorros en estacionamientos para empleados.

2.5.4 Autobús de Charter.

Este medio es especialmente utilizado en aeropuertos turísticos. El servicio es parte de todo un paquete de vacaciones que empieza desde un vuelo charter. El servicio es directo, sin paradas, por lo que ofrece un alto nivel de servicio. Como los factores de carga, el costo por persona es bajo; estos costos se encuentran incluidos dentro de paquete, por lo que no se pagan directamente. Por su alta densidad de transporte de pasajeros no contribuye mayormente al problema de congestionamiento vial.

Es necesario destinar áreas especiales para el ascenso y descenso de pasajeros, así como destinar espacios para estacionamiento. La principal desventaja de este servicio es que también comparte, al igual que los automóviles y taxis, la superficie de rodamiento, lo que lo hace vulnerable a los congestionamientos y esto provoca retrasos considerables. Por su origen, este servicio sólo sirve a una parte muy pequeña de la demanda total de acceso.

2.5.5 Colectivos y Autobuses Especiales.

Este servicio une un número limitado de paradas, normalmente en la zona central de la ciudad, con el aeropuerto. Este medio tiene dos ventajas: es razonablemente barato para una persona, aunque esto no necesariamente se cumple para varias, y ofrece un alto nivel de conveniencia a las personas que parten del centro o de las principales zonas generadoras de pasajeros.

Las desventajas son obvias: tiene sólo algunas paradas en el centro; es sensible a los congestionamientos viales, lo que lo hace poco confiable; la frecuencia de servicio es baja, exceptuando los aeropuertos con grandes volúmenes, lo que incrementa el tiempo de acceso; obliga al usuario a entrar a la zona central, incrementando el tránsito en esa zona altamente susceptible a congestionamientos viales.

2.5.6 Trolebuses.

Son los mismos vehículos que los autobuses con la excepción de que son propulsados por un motor eléctrico y obtienen la energía de dos cables elevados a lo largo de su ruta. Los trolebuses pueden ser utilizados para los mismos servicios que los autobuses normales. Implica un costo de inversión más grande y operaciones más complejas, que a algunos operadores no les gusta. Por otro lado ofrece las siguientes ventajas: mejor calidad de viaje (movimiento más suave), habilidad para operar en pendientes grandes y excelentes características ambientales (ruido extremadamente bajo y ninguna emisión contaminante).

2.5.7 Tranvías.

Estos vehículos son propulsados por electricidad sobre vías y operan, solos o en trenes de tres unidades, principalmente en calles. La operación en calles congestionadas causa considerables problemas con otros vehículos, impidiendo la circulación. Hay varias técnicas de ingeniería de tránsito para diseño y regulación del tránsito que pueden aliviar estos problemas. Sin tales medidas, los autobuses ofrecen mayores velocidades y confiabilidad en la operación en calles. Por esta y otras razones, los tranvías (que fueron un modo básico de transporte) han sido reemplazados por autobuses o mejorado gradualmente a modos sobre vías de mejor desempeño.

2.5.8 Tren Ligero.

Es un medio que utiliza principalmente derechos de vía reservados. Sus vehículos son propulsados eléctricamente sobre rieles, en forma individual o en trenes. Proporcionan un amplio rango de niveles de servicio y características de funcionamiento. Ofrece las siguientes ventajas: alta capacidad, alta productividad de mano de obra (operación en tren), alto confort de viaje.

Este sistema puede operar con cruces de vías y con cruces de calles sobre sus vías, así como operar en calles. Esto último no es muy deseable por que se presentan las mismas desventajas que con la operación del tranvía. Un derecho de vía exclusivo es lo más deseable, pero es la instalación de mayor intensidad de capital.

En comparación con el autobús, el tren ligero es superior en casi todos los niveles de servicio y elementos de funcionamiento. Pero el hecho de que requiera mayor inversión restringe el tamaño de su red.

2.5.9 Tren Ligero de Tránsito Rápido.

Es una variante del tren ligero utilizando un derecho de vía exclusivo.

2.5.10 Tren de Tránsito Rápido.

Es comúnmente conocido en la mayoría de los países como *metro*. Normalmente consiste de grandes vehículos de cuatro ejes (con un área de hasta 70 m²) que opera en trenes de 2 a 10 coches en derechos de vías totalmente controlados. Esto permite altas velocidades, gran confiabilidad, gran capacidad, abordaje rápido y operación a prueba de fallas (en caso de errores del conductor o imposibilidad de operarlo, el tren se detiene automáticamente). En algunos sistemas el grado de automatización es aún mayor.

- Los trenes tienen vehículos espaciosos con varias puertas en cada lado por las que suben los pasajeros desde plataformas elevadas, sin demoras de recolección de pasajes, con velocidades de hasta 40 personas por segundo, muchas veces más rápido que cualquier otro medio.

- Ofrece capacidades nominalmente mayores a los 2000 lugares y hasta 40 trenes por hora pasando por un punto; la capacidad del tren de tránsito rápido excede grandemente la de cualquier otro medio de transporte.

- El control total de su derecho de vía permite un viaje confiable y seguro a las velocidades máximas que la separación de estaciones y el confort de los pasajeros permite.

- Con las características antes mencionadas, hasta el momento no hay mejoramiento que se le pueda hacer en cuanto a desempeño a este servicio de transporte en línea. Sin embargo, este desempeño se logra con una inversión mayor a la de cualquier otro medio; considerando su principal elemento, un derecho de vía exclusivo totalmente controlado a través de áreas urbanas, requiere un costo más alto que cualquier otro tipo de derecho de vía.

A pesar de que comparte muchos aspectos tecnológicos con el tren ligero, el tren de tránsito rápido con su derecho de vía exclusivo tiene importantes diferencias.

En algunos aeropuertos hay acceso directo del aeropuerto al sistema urbano de tránsito rápido (por ejemplo: Atlanta, Londres, París Charles de Gaulle, Washington D.C. y Cd. de México). Generalmente, este sistema es una parte del sistema integrado de transporte brindando así al pasajero la oportunidad de tener acceso a la mayor parte de la ciudad. Es confiable, pues no se ve afectado por los congestionamientos viales y tampoco es causante de los mismo. Generalmente, se une al sistema por medio de estación por lo que el costo es prácticamente nulo.

El porcentaje de viajeros transportados por este medio puede ser pequeño, pero en casos como el aeropuerto de Zurich fue de 20% en 1983 y en el de Heathrow fue el 25% en 1990. Esto se debe a que en Europa (Inglaterra, Suiza y Alemania por ejemplo) la situación es diferente pues la cobertura de sus sistemas de vía esta mejor diseñada y además su confianza en ellos es mayor. Servicios innovativos como el "equipaje volador" (la empresa del tren se encarga del equipaje hasta el aeropuerto de destino final) ayudan a incrementar el uso de los trenes.

Se ha observado que este tipo de servicio es útil para el transporte de trabajadores y algunas clases de visitantes.

El medio ha fallado en atraer un gran número de pasajeros. Como los trenes urbanos tienen que hacer muchas paradas en ruta, esto provoca en muchos casos velocidades bajas y tiempos de viaje altos. El principal problema de este sistema es que se mezclan pasajeros "urbanos" con pasajeros "aéreos" cargando equipaje. Esto provoca serias dificultades a los pasajeros en estaciones saturadas haciendo el servicio lento, inconveniente e incluso llega a ser extenuante.

Las principales razones de su falla en atraer pasajeros son las siguientes:

1. La distancia entre partes del edificio de pasajeros y la estación del tren es muy grande para caminarla con equipaje.
2. La estación del tren, que es remota, es servida con autobuses, lo que provoca un intercambio lento e inconveniente.
3. Los intercambios requieren mover el equipaje por escaleras hacia arriba y hacia abajo, lo que podría representar grandes problemas para el pasajero.

2.5.11 Trenes Regionales.

Este sistema tiene altos estándares de alineamiento y utiliza los vehículos más grandes de todos los sistemas de vía (hasta 80m² o más en carros de dos niveles), opera en trenes de 1 a 12 carros, en rutas más largas, con menos estaciones, a mayores velocidades que las normales para los trenes de tránsito rápido. Este sistema representa funcionalmente una versión del tren de tránsito rápido a gran escala que sirve más eficientemente a los viajes urbanos largos y a los regionales.

Sólo un número limitado de aeropuertos ofrecen este servicio (por ejemplo: Frankfurt, Bruselas, Zurich y Londres Gatwick). Los accesos son proporcionados por espuelas especialmente colocadas para conectarse con la red ferroviaria existente. Esto hace que el costo sea casi insignificante. Este medio al tener su propio derecho de paso no está sujeto a congestiones, haciéndolo confiable y libre de demoras. Ofrece un servicio rápido con el centro de la ciudad, velocidades promedio más altas que los sistemas urbanos rápidos que tienen numerosas estaciones en la ruta.

El servicio, sin embargo, se ve afectado por la poca frecuencia de salidas que ofrece, incrementando el tiempo de acceso. Como implica salidas del centro de la ciudad, sólo sirve bien a esta zona. Por si fuera poco, los pasajeros encuentran problemas al mezclarse con los demás usuarios y tener que transportar su equipaje en la estación central durante las horas pico. Este servicio ha probado ser muy conveniente cuando la estación central cuenta un buen acceso a un buen sistema de transporte urbano: taxi, autobús o de tránsito urbano rápido.

2.5.12 Sistema de Tren Especializado y Transporte Terrestre de Alta Velocidad.

A pesar de las diferencias en funcionamiento y en tipo de vehículo, estos medios pueden ser analizados simultáneamente en términos de ventajas y desventajas. Sus características de funcionamiento son similares en cuanto a su unión con el aeropuerto.

Para efecto de este análisis se considera un sistema de transporte terrestre de alta velocidad aquel cuya velocidad es superior a la velocidad de un tren convencional (97-129 km/h).

El atractivo de estos sistemas es su habilidad para proporcionar un servicio rápido, sin paradas y confiable entre el Distrito Central de Negocios y el aeropuerto con un nivel de confort y conveniencia que igualan al mismo viaje aéreo. En la mayoría de los casos se propone esta ruta porque se estima que el Distrito Central de Negocios es la principal zona generadora de pasajeros.

Las desventajas de estos sistemas especializados de alta velocidad son las siguientes: es costoso, viéndolo en tarifas altas o en grandes subsidios. Además, un sistema de esta naturaleza sólo sirve bien al Distrito Central de Negocios (o a donde sea su destino) y el resto de los usuarios se transportan por otros medios al centro causando mayores congestiones. En general, los orígenes y destinos de viajes se encuentran repartidos en toda la zona urbana, por lo que este sistema servirá solamente a una fracción de estos viajes. Recordemos, por otro lado, que la mayoría de los medios urbanos de transporte presentan grandes inconvenientes en cuanto a manejo de equipaje se refiere.

Este tipo de sistemas operan en derechos de vía exclusivos a través de zonas urbanas. Esto requiere de la construcción de túneles prohibitivamente caros o la construcción a nivel o elevada menos cara pero no por ello aceptable.

Investigaciones han mostrado que aún donde este tipo de transporte existe, en ningún caso más del 30% de los viajes totales de acceso han sido hechos por este medio, dejando el 70% restante a los demás modos. Además, debido al pequeño porcentaje que representa del total de viajes urbanos, es difícil justificar una inversión tan grande solo para pasajeros aéreos. Varias estimaciones han indicado que una ocupación de 3 - 5 millones de pasajeros anuales es necesaria para hacer las tarifas lo suficientemente competitivas con otras formas de transporte público o con el automóvil. Sin embargo, el costo de proporcionar un derecho de vía exclusivo desde la periferia de una gran área metropolitana al Distrito Central de Negocios (o donde se construya) puede ser muy grande, y el nivel de problemas viales durante la construcción puede ser severo.

Esto no quiere decir que los servicios de transporte que atienden al aeropuerto, ya sean de riel y/o autobuses, no puedan obtener los beneficios de un derecho de vía exclusivo: mejor tiempo y confiabilidad. Lo que indica es que puede haber soluciones más prácticas que formen parte del sistema urbano de transporte. Esto ha sido logrado en algunos casos a través de iniciativas administrativas (operativamente). Entre los ejemplos operativos se tiene el servicio directo de autobuses express de Manhattan al Aeropuerto de Newark que utiliza las vías exclusivas de autobús que existen durante las horas pico y que utilizan los autobuses de servicio normal.

A continuación se presentan unas tablas comparativas que muestran algunas características importantes de los medios de transporte.

Tabla No.5. Características Básicas de Geometría y Derecho de Vía para Algunas Instalaciones de Transporte Típicas.

Características	Unidad	Carril Exclusivo Autobús	Tren Ligero		Tren de Tránsito Rápido
			En el centro de una calle	En derecho de vía exclusivo.	
Control de acceso	-	Completo	Parcial	Completo	Completo
Número de carriles o vías	-	2	2	2	2
1. Anchos					
a. Vehículo	m	2.6	2.9	2.9	3.1
b. Libre del carril	m	3.7	3.4	3.8	4.1
c. Barreras de separación o cerca (cada una)	m	0.6	ninguna	0.3	0.3
d. Derecho de vía mínimo					
(1) Aéreo	m	10.1	-	7.3	7.9
(2) A nivel	m	10.1	6.7	9.1	9.8
(3) Subterráneo	m	11.9	-	11.6	12.2
2. Estaciones¹					
a. Ancho lateral de la Plataforma	m	3.0	1.8	3.7	3.7
b. Ancho de la Plataforma al centro.	m	-	-	7.3	7.3
c. Longitud de la Plataforma	m	36.6	121.9	121.9	152 - 183
3. Mínimos					
a. Altura libre.	m	4.3	4.3	4.3	4.3
b. Velocidad de diseño.	km/h	96.6	64.4	96.6	97 - 129 ²
c. Radio de curva horizontal.	m	121.9	61.0	152.4	122 - 183 ²
4. Pendiente máxima.					
	%	4.0	10.0	5.0	4.0

¹ Estaciones lineales típicas.

² El valor alto es para trenes de transporte rápido regionales.

FUENTE: Herbert S. Levinson, Transportation Planning Handbook, Institute of Transportation Engineers, 1992. Pág. 132.

Tabla No.6. Características de Vehículos de Transporte Típicos de Estados Unidos y Canadá.

Tipo de Vehículo o Tren	Longitud (m)	Ancho (m)	Capacidad Típica ¹			Comentarios
			Asientos	Pasajeros Parados ²	Total	
Minibus (trayecto corto)	5.5 - 7.6	2.0 - 2.4	15 - 25	0 - 15	15 - 40	
Autobús Urbano	9.1	2.4	36	19	55	
	10.7	2.4	45	25	80	
	12.2	2.6	83	32	85	
Autobús Urbano Articulado	16.8	2.6	66	34	100	
	18.2	2.6	73	37	110	
Tranvía	14.2	2.7	59	40 - 80	99 - 139	
Carro de Tren Ligero	46.1	2.6	128	496 - 544	752 - 800	6 ejes, tren: 4 coches
	43.3	2.7	104	250 - 356	354 - 460	6 ejes, tren: 2 coches
Tren de Tránsito Rápido	184.4	3.0	500	1,300 - 1,700	1,800 - 2,200	tren: 10 coches
	182.9	3.0	576	1,224 - 1,664	1,800 - 2,240	tren: 8 coches
	136.7	3.1	504	876 - 1,356	1,380 - 1,860	tren: 8 coches
Tren Regional	25.9	3.2	1,100	200 - 1,200	1,300 - 2,300	tren: 10 coches

¹ En cualquier vehículo la capacidad total de pasajeros puede ser incrementada al remover asientos y hacer más espacio para estar parado, y también se puede disminuir la capacidad haciendo lo contrario.

² Los valores altos indican la capacidad de saturación; los valores bajos, la capacidad de diseño establecida.
FUENTE:

Tabla No.7. Tiempos de Viaje y Retraso para Rutas Típicas de Autobuses durante Horas Pico en Europa y Australia.

Tamaño Tripulación ¹	Ciudad	Componentes del Tiempo de Viaje ¹			Observaciones
		En Paradas (%)	Moviéndose (%)	Retrasado (%)	
Uno	Adelaida, sur de Australia	27 - 23	60 - 59	13 - 18	Boleto comprado en camión
	Helsinki, Finlandia	10 - 9	62 - 64	28 - 27	Arca central ²
	Helsinki, Finlandia	13 - 11	80 - 85	7 - 4	Ruta suburbana
Dos	Glasgow, Escocia	17	60	23	Fuera del centro
	Londres, Inglaterra	12 - 14	66 - 60	22 - 28	Ruta 14
	Newcastle/Tyne, Inglaterra	14	76	10	Fuera del centro

¹ Donde hay dos números, el primero se refiere al pico de la mañana y el segundo al de la tarde.

² Donde se usan tripulaciones de dos personas, la recolección de pasajes se realiza con el autobús en movimiento.

³ Mucho uso de boletos comprados con anticipación.

FUENTE: Chapman R.A., Gault H.E., et al. " Factores que afectan la operación de rutas de autobuses ". Grupo de Investigación de Operaciones de Transporte, Artículo de Trabajo No 23, Universidad de Newcastle, 1976.

Tabla No.8. Tiempos de Viaje y Retraso para Rutas Típicas de Autobuses durante Horas Pico en Estados Unidos.

Ciudad	Tiempo Prom. min /km	Porcentaje del Tiempo de Viaje			Observaciones
		En Paradas (%)	Moviéndose (%)	Retrasado (%)	
Oakland, California, 1979	2.0	23.6	57.9	18.6	Entre ciudades
Minneapolis, MN, 1977	7.0	24.0	50.2	25.8	Distrito de negocios
Filadelfia, PA, 1977	7.1	25.8	47.7	26.5	Distrito de negocios
Santa Clara, CA, 1969	2.7	9.1	74.7	16.2	Suburbano
San Luis, MO, 1957 - 1958	3.4	17.9	70.0	12.1	
New Haven, CT, 1979-1980	3.8	18.4	62.6	19.0	Urbano-suburbano

FUENTE: Levinson, Herbert S., "Análisis del Desempeño del tiempo de viaje de Transportes" en Autobuses Urbanos. Planeación y Operación, Transportation Research Record 915, Transportation Research Board, Consejo Nacional de Investigación E.U., 1983.

Tabla No.9. Velocidades y Espaciamiento de Paradas Típicas para diferentes Vehículos.

Vehículo y Tipo de Servicio	Velocidad Máxima (km / h)	Velocidad de Plataforma (km / h)	Espaciamiento lineal de Paradas		
			Distrito Central de Negocios (m)	Fuera del Distrito Central de Negocios	
			Práctica Tradicional en América del Norte (m)	Sistemas Modernos Paradas más lejanas (m)	
Autobús Urbano					
Local	81 - 105	13 - 23	122 - 244	152 - 244	305 - 457
Paradas limit.	81 - 105	19 - 29	122 - 244	366 - 914	610 - 1,524
Express	81 - 105	26 - 52	1	1,219 - 9,144	1,524 - 4,572
Tranvía, local	64 - 97	13 - 24	122 - 244	152 - 244	305 - 457
Tren Ligero	81 - 105	24 - 56	305 - 610	-	610 - 1,524
Tren de Tránsito Rápido (Metro)	81 - 113	24 - 56	305 - 762	518 - 1067	1,067 - 2,438
Tren Regional	113 - 137	56 - 89	610 - 914	-	1,829 - 9,144
Tren Interurbano	113 - 161	40 - 105	1	1,219 - 4,572	2,438 - 9,144

¹ Normalmente se detiene en una o dos estaciones dentro o cerca del Distrito Central de Negocios.

FUENTE: Herbert S. Levinson, "Transportation Planning Handbook, Institute of Transportation Engineers, 1992. Pág. 147.

Tabla No.10. Comparación de Capacidad y Velocidad de Operación de varios vehículos

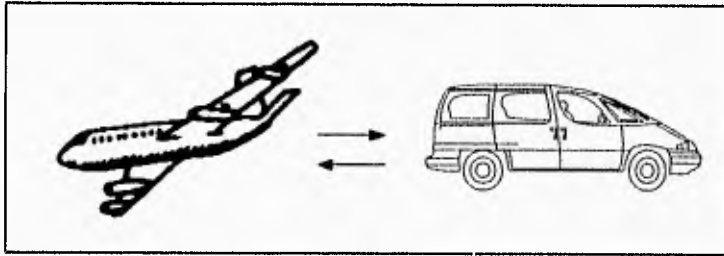
	Carga (tons.)	Pasajeros	Velocidad de operación (kph)
Vehículos en calles			
Autos		2 -- 5	30 -- 55
Minibus		6 -- 20	40
Autobus urbano E.U.		55 -- 85	40
Tranvías		125	32 -- 48
Tranvías, articulados Europa		200	32 -- 48
Camiones	13 -- 25		32 -- 89
Ferrocarril de tránsito urbano			
PATH, Nueva York		140 / carro	34
Dúo-rail, Toronto		327 / carro	37
BART, San Francisco		216 / carro	64
Monoriel, Alweg		200	80
Morgantown (Boeing)		15	48
Ferrocarril Interurbano			
TGV Francés		386 / tren	266
Tren Británico de Pasajeros de Alta Velocidad		504 / tren y 72 / carro	201
Tren Diario - Budd Pioneer II		125	97
Carro de Pasajeros de E.U.		100 +	97
Carro Japonés Tokaido		1000 / tren	209
Carro de carga abierto	60 / carro		16 -- 97
Aeroplanos			
Boeing 707 Transcontinental		185	1019
Boeing 747 Intercontinental		500	1079
Concorde SST		128	2509
Beech 99		15	528
Piper Cherokee		4	245
Boeing 707 Carga	45.5		1019
Boeing 747 Carga	127		1079
Transporte Acuático			
Transatlántico, S.S. Queen Elizabeth 2		1970	57
Buque Tanque	600,000		33
Hovercraft, Canal Inglés		450	93
Barcaza, Mississippi	1500 - 3000		11

Fuente: Transportation Engineering. Paquette, Radnor and Ashford. 1982. Pág. 133

Tabla No.11. Comparación de Capacidad de Rutas

Carreteras (Flujo Ininterrumpido)	
Varios carriles	2000 vehículos de pasajeros / hr / carril
Dos carriles - dos sentidos	2000 vehículos de pasajeros / hr total
Tres carriles - dos sentidos	4000 vehículos de pasajeros / hr total
Vías de Ferrocarril (Capacidad real de Trenes de Pasajeros o Carga)	
A. Sistema de señal por tramo con ordenes de tren	
Vía sencilla	30 trenes / día
Dos o más vías	60 trenes / día
B. Control centralizado de tráfico	
Vía sencilla	65 trenes / día
Vía doble	120 trenes / día
Aeropuertos y Vías Aéreas	
Vía Aérea bajo IFR, separación 10 min	6 /hr
Vía Aérea bajo VFR	Varía
Aeropuerto de una pista	Hasta 110 operaciones / hr.
Aeropuerto de dos pistas	Hasta 220 operaciones / hr.
Aeropuerto de dos pistas en tandem	Hasta 420 operaciones / hr.
Bandas Transportadoras	
Banda de 0.31 m a 1.5 m/s	129 tons/hr
Banda de 0.86 m a 2.3 m/s	843 tons/hr
Banda de 1.52 m a 3.0 m/s	8100 tons/hr
Vías de Tránsito Intenso	
Línea IND Queens, Nueva York (máx.vol. observado)	61,400 personas/hr
Expreso de la 8va. Av., Nueva York (máx.vol. observ.)	62,030 personas/hr
Calle Yonge, Toronto (máx.vol. observado)	35,166 personas/hr

Fuente: Transportation Engineering. Paquette, Radnor and Ashford. 1982. Págs. 134-135



Capítulo 3

Flujos de Usuarios en el Aeropuerto.

3.1 Flujos.

Las operaciones de vuelos programados forman más del 98% del movimiento de pasajeros en los aeropuertos de E.U. Entonces, el mayor flujo de pasajeros, equipaje y vehículos es generado por este tipo de vuelos. Es por eso que en este trabajo nos enfocaremos principalmente a los vuelos comerciales, mencionando a los vuelos de aviación general cuando su influencia sea significativa. Cada salida o llegada de aviones provoca un movimiento de pasajeros, visitantes, equipaje y vehículos que debe seguir un arreglo coordinado de funciones. Estas funciones son similares en todo el mundo.

El flujo en un aeropuerto toma lugar en las siguientes áreas de la zona terrestre:

1. *Plataforma.* - Es el área localizada entre el sistema de pistas y calles de rodaje, y el edificio. Sirve al flujo de aviones de y hacia las posiciones en plataforma y al flujo de equipo de servicio terrestre.
2. *Edificio.* - El área localizada entre las posiciones de los aviones y la acera. Sirve al flujo de pasajeros y equipaje.
3. *Servicios de transportación terrestre.* - El área localizada entre el edificio y los puntos de acceso terrestre al aeropuerto en los límites del mismo.

Para ilustrar de una manera más clara el flujo de aviones, pasajeros, equipaje y vehículos se recurre a ilustraciones gráficas, como los diagramas de flujo. Estos diagramas ilustran la secuencia de funciones y ayudan a entender el efecto que provoca un cambio en el sistema. Es así, como se prueban diferentes arreglos de funciones. Utilizando esta técnica es que se pueden hacer simulaciones por medio de programas de computadora.

El flujo se puede dividir en flujo primario y secundario.

3.1.1 Flujo Primario.

Lo constituyen los aviones, pasajeros y equipaje en un aeropuerto. El flujo de llegadas y salidas de aviones es diferente para cada concepto, debido a las diferentes configuraciones de posiciones y a los diferentes arreglos de pistas y calles de rodaje.

Al mismo tiempo, el flujo de pasajeros y equipaje, nacional e internacional, puede ser dividido en tres categorías: originándose en el aeropuerto, terminando en el aeropuerto y transferencias.

3.1.1.1 Originándose en el aeropuerto.

Pasajeros de salida, llegando al edificio por medio de transporte terrestre. El proceso se subdivide en las siguientes funciones principales:

- a) Servicios de transporte terrestre, calles, señales y estacionamientos.

- b) Acera; si se desea, con documentación de pasajeros con boleto. El equipaje se despacha de aquí al cuarto de equipaje de salida.
- c) Documentación, venta de boletos.
- d) Clasificación de equipaje de salida. El equipaje se dirige al avión para su carga.
- e) Revisión de seguridad.
- f) Control gubernamental de salidas internacionales.
- g) Recepción de pases para abordar en la sala de última espera.
- h) Embarque a los aviones: escaleras o puente de embarque.

Los viajeros de negocios nacionales, generalmente llegan poco antes de la salida, frecuentemente solos y con poco equipaje. Estos viajeros de negocios prefieren servicio rápido, y por lo regular conocen bien el aeropuerto y necesitan ser procesados rápidamente.

Los turistas nacionales generalmente llegan cuando menos una hora y media antes de la salida, con mucho más equipaje que un viajero de negocios. Generalmente no conocen el aeropuerto ni los procesos, lo que significa mayor tiempo de permanencia en el edificio. Estos pasajeros, más sus acompañantes, al disponer de mucho tiempo libre mientras esperan su salida, frecuentan las concesiones en mayor grado que los viajeros de negocios.

En las salidas internacionales, los pasajeros llegan alrededor de dos horas antes pues el tiempo de procesamiento es mayor. Por lo mismo, al disponer de mayor tiempo de espera tienden a utilizar las concesiones bastante más que en los vuelos nacionales.

3.1.1.2 Terminando en el aeropuerto.

Los pasajeros llegan al edificio procedentes de los aviones. El proceso se subdivide en las siguientes funciones principales:

- a) Desembarco de pasajeros (escaleras, puente de abordaje, etc.)
- b) Reclamo de equipaje para llegadas domésticas.
- c) Sanidad, Inmigración y Reclamo de equipaje y, Aduana para llegadas internacionales.
- d) Acera: pasajeros saliendo hacia el transporte terrestre.

Como se mencionó anteriormente, el tránsito de pasajeros que sale o llega al aeropuerto genera flujo de acompañantes. La relación visitante/pasajero varía por aeropuerto y debe ser calculada para todo el día o para tiempos específicos. El flujo de vehículos de transporte también debe ser calculado. Los automóviles requieren calles, banquetas y estacionamientos. Los servicios de transporte como autobús, tren ligero o similares, también requieren espacios para estaciones.

3.1.1.3 Transferencias.

Pasajeros transfiriendo de un vuelo a otro, interlínea de una línea a otra, o intralínea dentro de la misma línea. El equipaje es manejado por la línea, excepto para pasajeros transfiriéndose entre aerolíneas de un vuelo internacional a un vuelo doméstico, en cuyo caso el pasajero debe reclamar su equipaje y pasar a través de inmigración y aduana. Muy rara vez son visitados los pasajeros en un punto de transferencia.

Es necesario resaltar que los pasajeros nacionales, que continúan su viaje en el mismo avión (en tránsito), no constituyen un flujo porque sólo algunos desembarcan (a llamadas telefónicas, etc.). Internacionalmente, en ciertos aeropuertos, los pasajeros en tránsito desembarcan en salas de espera aisladas del flujo de otros pasajeros. Vuelos internacionales que continúan con un segmento nacional, pueden requerir que los pasajeros y su equipaje pasen inspección gubernamental. Esto significa que el equipaje se debe descargar y volver a cargar.

Otro caso especial, son los pasajeros en ruta a un tercer país, en este caso normalmente pasan a una sala de espera sin haber entrado oficialmente al país de tránsito. Entonces, no están sujetos a inspección de sanidad, inmigración y aduana y su equipaje es transferido directamente al vuelo de salida sin haber pasado por reclamo de equipaje y aduana.

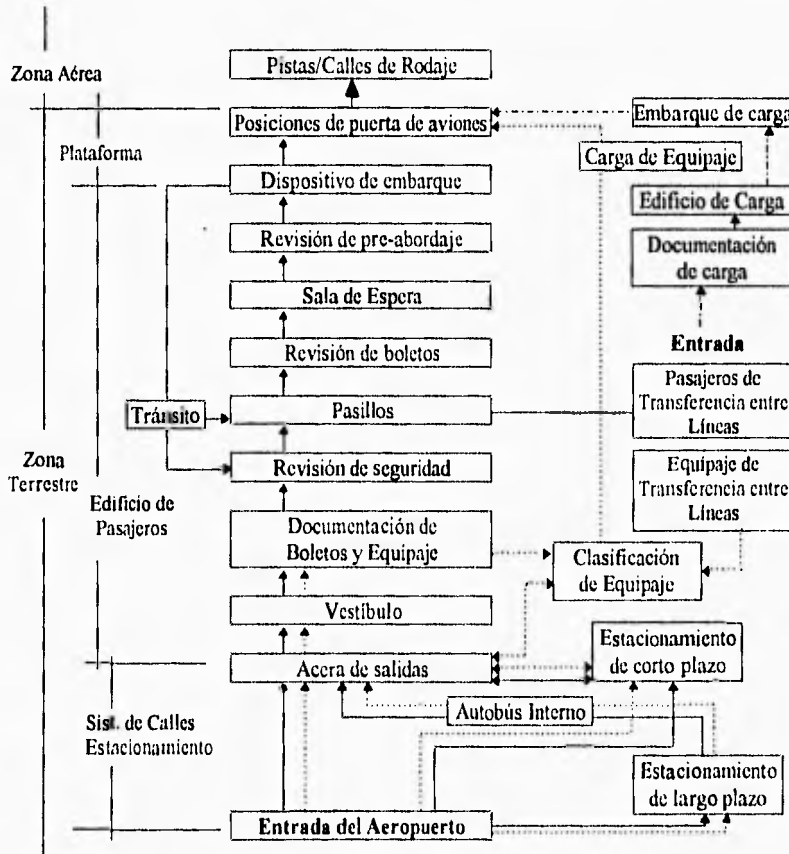


Fig.No.12. Salidas Nacionales e Internacionales.

- ▶ Pasajeros
- ▶ Equipaje
- · - ·▶ Carga

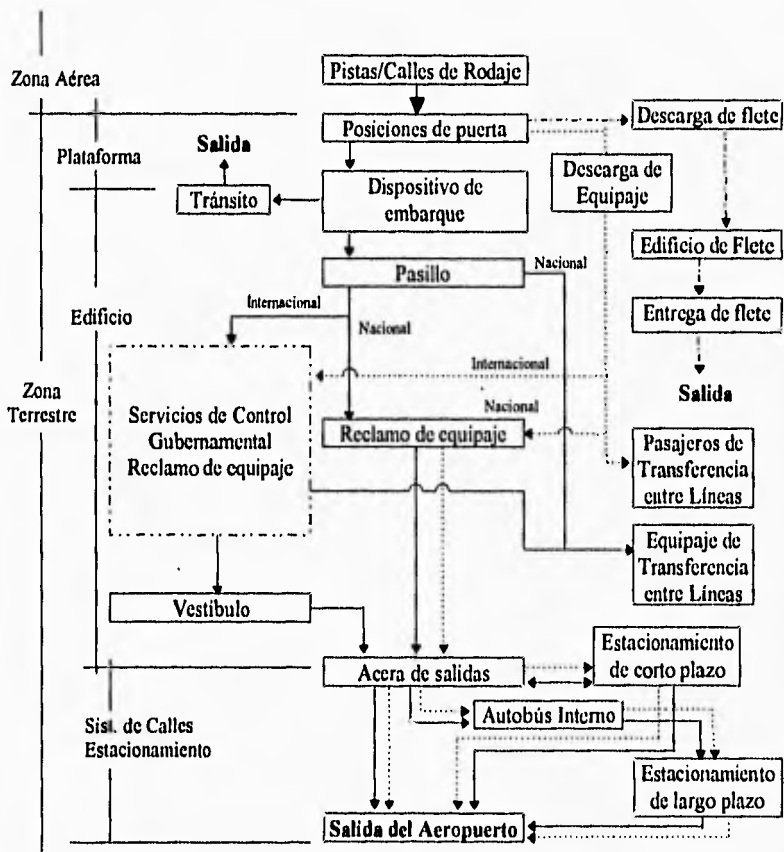


Fig.No. 13. Llegadas Nacionales e Internacionales.

—————> Pasajeros
> Equipaje
 - . - . > Carga

3.1.2 Flujo Secundario.

Hay cinco componentes del flujo secundario en una complejo aeroportuario:

1. Flujo de carga aérea entre el edificio de carga y el avión.
2. Flujo de correo entre la sección de correo y la plataforma - de pasajeros.
3. Flujo de abastecimiento entre los edificios de abastecimiento y la plataforma - edificio de pasajeros.
4. Flujo de combustible entre los depósitos de combustible y la plataforma de aviones. Este flujo se realiza cada vez más a través de tuberías (hidrantes), eliminando el uso de grandes camiones cisterna y requiriendo sólo vehículos de control de los hidrantes en la plataforma.
5. Vehículos de servicio en plataforma.

3.2 Elementos Funcionales.

A continuación se describen algunos de los elementos que conforman las secuencias a través de las cuales se da servicio a pasajeros, equipaje, manejo de aviones en tierra y operación de sistemas de transporte terrestre.

3.2.1 La Acera.

La acera vehicular del edificio es usada para el embarque y desembarque de pasajeros y equipaje. La longitud de la acera está basado en el tamaño y el número de vehículos en la acera en un momento dado.

3.2.2 Sala General (Vestíbulo).

En el se lleva a cabo la documentación de pasajeros y equipaje en mostradores con bandas para la transportación del equipaje al cuarto de equipaje de salida. Las instalaciones de manejo de equipaje en aeropuertos grandes pueden encontrarse localizadas en otro lugar fuera del edificio de pasajeros.

El vestíbulo es el espacio público de mayor importancia en el aeropuerto, y frecuentemente ha sido visto como objeto de diseños monumentales, atendiendo más a los aspectos estéticos que a los funcionales. Las instalaciones de recepción de equipaje interactúan con las instalaciones de transporte terrestre y la acera por lo que siempre forman parte del edificio de pasajeros o están localizadas adyacentes al edificio.

3.2.3 Pasillos.

El flujo de embarque y desembarque nacionales tiene lugar en el mismo pasillo; con algunas excepciones, como por ejemplo cuando el pasillo tiene dos niveles y conecta al edificio con un satélite de dos pisos, en este caso se usa un nivel para cada flujo.

El flujo de embarque a través de los pasillos es una función de la distancia y la velocidad con la que los pasajeros llegan al edificio antes del tiempo de salida.

El flujo de desembarque tiende a ser muy concentrado porque al estar todos los pasajeros en el avión, el desembarque toma lugar en unos cuantos momentos en un flujo continuo. Por ejemplo, 300 pasajeros pueden desembarcar en 15 minutos aproximadamente.

3.2.4 Salas de espera.

Las salas de espera podrían estar centralizadas, pero como regla están descentralizadas y localizadas en los pasillos en cada puerta de salida a los aviones.

El desembarque de transferencia debe llevarse a cabo en andadores diferentes para no interferir con el flujo de los pasajeros que están por partir, esperando o documentándose. La mayoría de los países no permiten que se mezclen los pasajeros internacionales con los nacionales. También, en la mayoría de los países, los pasajeros que parten hacia otro país deben pasar por controles gubernamentales y los visitantes no son permitidos mas allá de cierto punto.

3.2.5 Seguridad.

Los pasajeros de salida deben pasar por puntos de revisión antes de abordar. La localización de estos puntos varía según los diferentes conceptos de terminal y las normas locales. La revisión en cada puerta requiere más personal que la revisión centralizada.

Este elemento es de especial importancia debido a que cada vez es mayor el número de incidentes que se presentan en los aeropuertos por falta de seguridad. En estas revisiones de seguridad se impide el paso a armas de cualquier tipo (incluyendo todo tipo de navajas), cortauñas, desarmadores, sprays y pilas; los últimos cuatro objetos para evitar que los aviones sean dañados e incluso se presenten explosiones.

Los vuelos internacionales pueden requerir soluciones específicas; por ejemplo, colocar la revisión de seguridad antes de la revisión de pasaportes. En algunos países, el desembarco de pasajeros de un vuelo internacional de paso es obligatorio, por lo que se requieren áreas aisladas.

3.2.6 Embarque al avión.

Los puentes de abordaje de pasajeros están fijos al edificio y son considerados equipo de rampa. La diferencia de altura entre el segundo nivel del edificio y el umbral de la puerta del avión determina la longitud de los puentes. La pendiente máxima aceptada es de 10%; sin embargo, la de diseño debe ser 8.33% para facilitar el caminar a los ancianos y niños, y para el manejo de sillas de ruedas.

Los puentes también pueden ser utilizados en edificios de un nivel, con las siguientes variaciones:

1. Escaleras, rampa o una combinación de escaleras y rampa con una plataforma en el segundo nivel y un puente fijo a la plataforma.
2. Escaleras y plataforma construida como un dispositivo para ajustar la plataforma con cabina al umbral de la puerta del avión.
3. Puente entre el edificio a nivel del suelo y el avión.

Las escaleras, corredores y plataformas son instalaciones estáticas que permiten que el flujo de pasajeros se ajuste automáticamente cuando la velocidad del tránsito disminuye o se detiene en el nivel superior. Esto es, si se tiene un flujo de embarque de la sala de última espera al avión y por alguna razón el flujo se detiene (un pasajero está obstruyendo el pasillo mientras guarda su equipaje, por ejemplo) los pasajeros se detienen y esperan a que el flujo se restablezca para seguir avanzando. Si por otro lado, se contara con una escalera eléctrica en algún tramo del trayecto, en ella el flujo de pasajeros no se detendría sino que seguiría subiendo pasajeros aún cuando ya no haya espacio para ellos al final de ella.

3.2.7 Instalaciones del Sistema de Manejo de Equipaje.

Los pasajeros de salida pueden documentar su equipaje con las líneas aéreas para ser transportado en la bodega de los aviones (equipaje de salida). Los pasajeros de llegada pueden recoger su equipaje en el área de reclamo después de que es depositado por las líneas aéreas. Desde que lo acepta hasta que lo deposita al pasajero, el equipaje es responsabilidad de la línea aérea. La velocidad de llegada de pasajeros, la cantidad de equipaje por pasajero y los volúmenes de este, determinan el tipo de sistema que se utilizará: estacionario, mecánico, de clasificación automática o semiautomática, entre otros.

3.2.7.1 *Equipaje de Salida.*

De preferencia, los cuartos de equipaje de salida deben estar localizados cerca de los lugares donde se haga la documentación. Esto se hace para mantener las bandas de transportación lo más cortas posibles. También se deben tener los menos cambios de nivel, transiciones, uniones y vueltas. Además, debe haber fácil acceso para reparaciones o desatorar equipaje atascado. Grandes volúmenes de equipaje pueden requerir cuartos remotos, ya sea debajo del edificio o cerca de las posiciones de aviones.

3.2.7.2 *Equipaje de Llegada.*

El equipaje es descargado del avión, ya sea suelto o en contenedores, y trasladado en carros por las plataformas y calles de servicio a la sección de descarga del dispositivo de reclamo de equipaje. Este puede ser un arreglo en anaqueles, un dispositivo mecánico con carga directa, o una banda móvil alimentando un dispositivo mecánico de reclamo.

En el área de reclamo, los pasajeros y el equipaje deben encontrarse. Idealmente, el encuentro debe realizarse simultáneamente; es decir, que ambos lleguen al mismo tiempo. Hay un criterio específico para los límites de tiempo o el nivel de servicio: los límites de tiempo están en función de la distancia a caminar, la longitud del traslado de equipaje en los carros, la longitud de las bandas transportadoras, la velocidad, capacidad, personal, y número promedio de maletas por pasajero.

El nivel de servicio puede ser expresado en el tiempo en que la primera maleta aparecerá en el dispositivo de reclamo relativo al tiempo en que el primer pasajero llegue al área de reclamo, en combinación con el tiempo en que la última maleta debe estar en el dispositivo de reclamo. Los conceptos de edificio y el arreglo de áreas funcionales juegan un papel importante en el logro de la entrega del equipaje a tiempo. La entrega a tiempo constituye tanto buen servicio al pasajero como buena economía. Altos volúmenes requieren movimiento rápido, porque los grupos de descarga deben estar disponibles para el siguiente cargamento de equipaje. De otra manera, un exceso de personal sería requerido, causando poca utilización de personal, con costos altos, durante periodos de baja demanda. También, grandes volúmenes y una entrega lenta podría provocar acumulación de pasajeros y visitantes en el área de reclamo, que entonces debe hacerse más grande de lo que debería ser necesario de otra manera. Estos resultarían en una inversión adicional de capital y costos más altos de mantenimiento y operación.

Los conceptos de edificios afectan la economía de los sistemas de manejo de equipaje. Por lo tanto, rutas largas y sinuosas y con cambios de nivel en el edificio deben ser mantenidas a lo mínimo. Algunas veces, los planes de expansión pueden requerir sistemas de manejo de equipaje con un flujo muy complejo que son particularmente difíciles de instalar cuando se utilizan soluciones mecánicas automatizadas. La ruta más inmediata para la descarga del equipaje es directamente en el dispositivo de reclamo.

3.2.7.3 *Transferencia de Equipaje.*

El equipaje documentado por el pasajero seguirá el mismo itinerario que el pasajero y será reclamado al final del viaje. Las transferencias del equipaje son realizadas por la línea aérea. Los itinerarios que incluyen la transición de un vuelo internacional a un vuelo nacional, continuando en el mismo avión, pueden requerir una inspección del equipaje por la aduana en presencia del pasajero, por lo tanto requiriendo la descarga y recarga del equipaje.

Hay dos tipos de transferencias:

1. Intra línea - un cambio de avión en la misma línea aérea.
2. Inter línea - un cambio de avión de una línea a otra.

Las maletas a transferir entran al cuarto de equipaje de salida para ser separadas y colocadas en carros o contenedores específicos para transferencias. Las maletas se manejan sueltas cuando son volúmenes bajos. En estaciones con grandes volúmenes de transferencias, pueden crearse áreas exclusivamente para manejar equipaje de transferencias.

En el transcurso de los años, especialistas empleados han desarrollado conocimientos y experiencia en el diseño y desarrollo de sistemas de manejo de equipaje. Su participación, empezando desde las primeras etapas de planeación es indispensable.

3.2.8 Control Gubernamental.

Como se ha mencionado anteriormente, cuando los pasajeros llegan de otro país deben pasar por inmigración y aduana y no se les permite mezclarse con los pasajeros llegando en vuelos nacionales, deben proveerse áreas especiales, sobre todo cuando se utilizan las mismas puertas de entrada para ambos tipos de vuelos. Generalmente, las funciones de inmigración y aduana pueden ser separadas o combinadas. Los pasajeros deben reclamar su equipaje antes de pasar por la aduana.

En E.U. por ejemplo, han sido combinadas en un proceso de un paso. El arreglo es como sigue: los pasajeros que llegan deben pasar a través de una inspección primaria. Los pasajeros reclaman su equipaje antes o después de pasar la primera inspección. Los pasajeros que requieren procesamiento adicional son entonces transferidos a una inspección secundaria en mostradores directamente atrás de los de la inspección primaria. Este método asegura que los pasajeros que necesitan poca inspección no tendrán que esperar en línea a los pasajeros que necesitan más atención. El sistema es comparable a lo que es llamado el proceso rojo y verde en otros países.

3.3 Dimensionamiento.

La información presentada a continuación se basa en un manual de Diseño de Aeropuertos elaborado por el Departamento de Planeación de la extinta Dirección General de Aeropuertos de la S.C.T. Para el desarrollo del presente tema mencionaré el procedimiento que, para dimensionar ciertos elementos, indica el manual y haré algunos comentarios al respecto. Al no ser el principal objetivo de la tesis el diseño del edificio de pasajeros, no se requiere un estudio exhaustivo del mismo. El desarrollo del presente tema obedece mas bien a la necesidad de resaltar la importancia del número de usuarios en el edificio de pasajeros para el diseño de las instalaciones así como la influencia que ejerce sobre este proceso la acumulación de usuarios debido a los problemas de acceso y de falta de capacidad.

Se presenta a continuación el proceso de dimensionamiento de algunos elementos representativos.

3.3.1 Vestíbulo General.

Para dimensionarlo se toma en cuenta un porcentaje de la suma total de los pasajeros de salida y los de llegada, con sus respectivos acompañantes. También dentro de esta área se consideran las de otros elementos que forman parte de ella. Según el manual, el 30% de las personas que se encuentran en el edificio de pasajeros están en esta área.

Dimensionamiento:

$$((\text{Pax. Salida Horarios} + \text{Pax. Llegada Horarios}) + \text{Factor Visitante}) (30\%) =$$

= Número de personas en el vestíbulo.

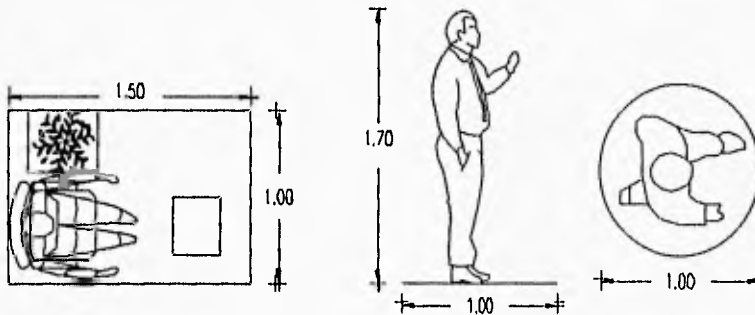


Fig. No. 14.

$$((\text{Número de personas en el vestíbulo}) * (0.60)) * (1 \text{ m}^2/\text{personas de pie}) +$$

$$+ ((\text{Número de personas en el vestíbulo}) * (0.40)) * (1.5 \text{ m}^2/\text{personas sentadas}) =$$

= Área del Vestíbulo/ usuario

$$\text{Área del Vestíbulo/ usuario} + \text{Área del Módulo de Información} +$$

$$+ \text{Área del Módulo de Telégrafos} + \text{Área de Teléfonos Locales y Larga Distancia} +$$

$$+ \text{Área de Bancos para cambio de moneda} + \text{Área de Tiendas} + \text{Área de Bebederos} +$$

$$+ \text{Área del Módulo de Cla. de Seguros} + \text{Área de Sanitarios de Mujeres} +$$

$$+ \text{Área de Sanitarios de Hombres} + \text{Área de Guarda Equipaje} + \text{Área de Circulación} =$$

= **ÁREA TOTAL DEL VESTIBULO GENERAL**

El factor visitante es difícil de estimar por que para cada aeropuerto es necesario hacer su estimación. Esto se debe a que varía dependiendo de si es turístico o de negocios, de las costumbres de la población en que se encuentra, de su nivel económico, etc.

3.3.2 Módulos de Información.

Para determinar el número de módulos y consecuentemente su área total se considera el número total de pasajeros anuales (de salida y llegada) que maneja el aeropuerto.

Dimensionamiento:

Número de Pasajeros Anuales	Número de Módulos
Menos de 1'000,000	1
De 1'000,000 a 5'000,000	2
Por cada 5'000,000 más	1

Cada módulo mide 2.5 m por 1 m con un área de 2.5 m² por lo que se tiene:

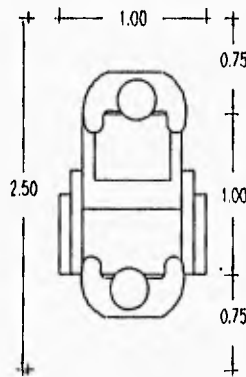


Fig.No.15. Área de Módulos de Información.

Número de Módulos * 2.5 m² = AREA TOTAL DE MODULOS DE INFORMACION

3.3.3 Documentación.

3.3.3.1 Vestíbulo de Documentación.

Para obtener el área de este elemento se multiplica la longitud de mostrador que se tenga por la longitud de la cola. Esta última se considera de 10 m a partir de aforos que se hicieron y además este valor coincide con la recomendación de la O.A.C.I. al respecto. La longitud del mostrador se determina en base al número de personas a documentar y al número de documentadores

Dimensionamiento:

Longitud de mostrador * 10 m = VESTÍBULO DE BOLETAJE.

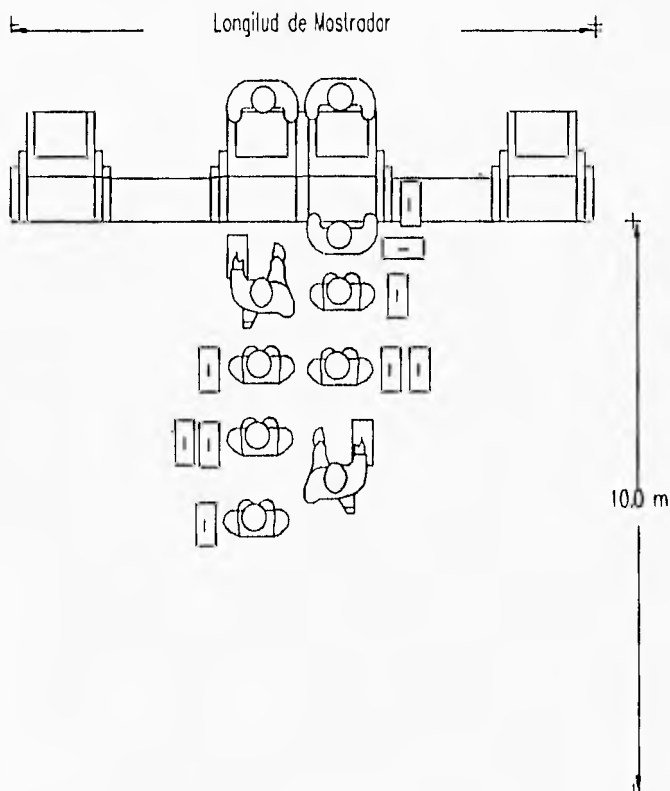


Fig.No. 16. Documentación.

A.S.A. para el dimensionamiento del vestibulo de documentación maneja los siguientes indicadores:

Indice	Intervalos del Volumen de Movimiento de Pasajeros Anuales				
m2 de vestibulo por pax de salida en hora crítica	10 mil a 100 mil	100 mil a 300 mil	300 mil a 500 mil	500 mil a 1.5 millones	1.5 millones a 4.5 millones
Indice Real	0.96	1.12	0.90	0.99	1.11
Indice Recomendado	1.20				

3.3.3.2 Numero de Documentadores.

Para determinarlo se necesita conocer el número de personas a documentar, el tiempo máximo de procesamiento, el tiempo promedio de procesamiento por persona.

Se tienen los siguientes tiempos de procesamiento:

Tiempo Promedio de Documentación por persona	
Nacional	46 seg.
Internacional	65 seg.
Tiempo Máximo de Procesamiento	
Nacional	60 seg.
Internacional	120 seg.

Dimensionamiento:

$$\frac{\text{Número de pasajeros a documentar}}{\text{Tiempo máximo de procesamiento}} = \frac{\text{Pax} / \text{min}}{\text{Pax} / \text{min}} = \text{NUMERO DE DOCUMENTADORES.}$$

No. de Pax por min / documentador

3.3.3.3 Longitud de Mostrador.

Para obtener esta longitud se multiplica el número de documentadores por un factor. Este factor es 1.5 m. El factor anterior se obtiene a partir del siguiente razonamiento: Cada documentador tiene un mostrador y por cada dos mostradores hay una báscula, tanto el mostrador como la báscula miden 1 m de longitud. Un módulo lo componen dos mostradores y una báscula, con una longitud total de 3 m. Entonces por cada módulo se tienen dos documentadores y para cada uno de ellos se tiene 1.5 m de longitud.

Dimensionamiento:

$$(\text{Número de Documentadores}) * (1.5 \text{ m}) = \text{LONGITUD DE MOSTRADOR.}$$

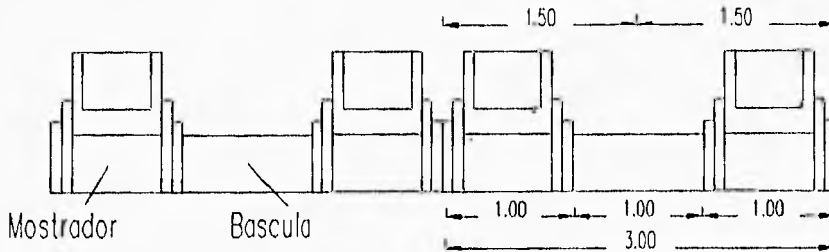


Fig.No.17. Longitud de mostrador de Documentación.

A.S.A. para el dimensionamiento de la longitud de mostrador de documentación maneja los siguientes indicadores:

Indice	Intervalos del Volumen de Movimiento de Pasajeros Anuales				
pax de salida en hora crítica por mostrador (mil) incluyendo básculas	10 mil a 100 mil	100 mil a 300 mil	300 mil a 500 mil	500 mil a 1.5 millones	1.5 millones a 4.5 millones
Indice Real	9.14	19.48	9.83	11.58	12.29
Indice Recomendado	(de 10 a 20 ml)				

3.3.4 Migración.

3.3.4.1 Vestibulo.

Para conocer las dimensiones de esta área necesitamos conocer el número de pasajeros en hora pico, del cual se toma un porcentaje y se multiplica por el área que ocupa una persona de pie. El porcentaje que se toma es el 60% por que no todos los pasajeros llegan inmediatamente ni al mismo tiempo a esta área. Este porcentaje se obtuvo en base a observaciones del flujo de arribo por parte del Departamento de Planeación mencionado. Como se discutió anteriormente en el Vestibulo General, el área que se supone ocupa una persona de pie es 1 m².

Dimensionamiento:

$$(\text{Número de pasajeros}) (0.60) (1 \text{ m}^2) = \text{AREA DE VESTIBULO DE MIGRACION.}$$

3.3.4.2 Número de Filtros.

Para el calcular el número se toma en cuenta nuevamente el número de pasajeros (salida y llegada) y se multiplica que tarda un agente en revisar a un pasajero, entre 60 segundos para saber el número de pasajeros/minuto, entre el tiempo máximo de procesamiento de un vuelo.

Para realizar los cálculos se tienen los siguientes tiempos de procesamiento: en migración de salida 22 seg/pax/agente, en migración de llegada 34 seg/pax/agente. Estos tiempos fueron estimados a partir de un aforo de 13 aeropuertos. No se indica cuando se realizó este aforo. También se consideran 20 minutos como tiempo máximo de procesamiento de un vuelo y 4 m² por filtro en base a un análisis del mostrador, el agente, el pasajero y la circulación.

Dimensionamiento:

$$\begin{aligned} (\text{Número de pax.}) (22 \text{ seg}) &= \text{Tiempo total de procesamiento en seg. a la salida.} \\ (\text{Número de pax.}) (34 \text{ seg}) &= \text{Tiempo total de procesamiento en seg. a la llegada.} \\ \frac{\text{Tiempo de Procesamiento en segundos}}{60 \text{ segundos}} = \frac{\text{Pasajeros / minuto}}{20 \text{ minutos}} &= \text{Número de Filtros} \end{aligned}$$

$$\text{Número de Filtros} * 4 \text{ m}^2/\text{filtro} = \text{AREA TOTAL DE FILTROS}$$

3.3.5 Sala de Ultima Espera.

Se toma en cuenta al número total de pasajeros de salida en hora pico, internacionales o nacionales según sea el caso, del cuál se tomará un porcentaje que se multiplicará por el área que necesita cada persona en este lugar. Considerando el área de una persona de pie y una sentada, se suman las cantidades y da el área total.

Dimensionamiento:

Se toma el 60% de las personas sentadas y el 40% de pie, en base a observaciones hechas en varios aeropuertos de país.

El resultado del análisis de áreas da 1.25 m² y 1 m² para personas sentadas y de pie, respectivamente.

$$(\text{Número de pasajeros}) (0.60) (1.25) = \text{Área de Personas Sentadas}$$

$$(\text{Número de pasajeros}) (0.40) (1.00) = \text{Área de Personas de Pie}$$

$$\text{Área de Personas Sentadas} + \text{Área de Personas de Pie} = \text{ÁREA TOTAL DE LA SALA DE ULTIMA ESPERA}$$

A. S. A. para el dimensionamiento del vestíbulo de documentación maneja los siguientes indicadores:

Indice	Intervalos del Volumen de Movimiento de Pasajeros Anuales				
	10 mil a 100 mil	100 mil a 300 mil	300 mil a 500 mil	500 mil a 1.5 millones	1.5 millones a 4.5 millones
Indice Real	2.04	1.36	2.14	1.83	3.55
Indice Recomendado	(de 2.0 a 2.5)				

3.4 Efectos en la capacidad.

3.4.1 Capacidad y Retraso.

La capacidad generalmente se refiere a la habilidad de un aeropuerto para manejar un volumen de tráfico dado (demanda). Su límite no puede ser excedido sin incurrir en problemas operacionales. Mientras la demanda por el uso del aeropuerto se acerca a su límite, colas de usuarios esperando un servicio empiezan a aparecer, y ellos experimentan retrasos. Entre mayor sea la demanda en relación a la capacidad, más largas serán las colas y mayor será el retraso.

De Neufville explica la relación entre capacidad, demanda y retraso como sigue:

" El desempeño de un sistema de servicio es sensible al patrón de cargas, especialmente cuando estas se acercan a su capacidad. La capacidad de una instalación de servicio es, en consecuencia, de ninguna manera similar a nuestra noción cotidiana de capacidad, esto es, el volumen que una botella u otro embalse puede contener. Una botella contendrá cualquier cantidad de líquido hasta que su capacidad sea igualada; y después de eso, no podrá contener nada más. Una instalación de servicio, por otro lado, no proporciona el mismo servicio todo el tiempo; su servicio se deteriora rápidamente mientras el tráfico se acerca a su capacidad. Una instalación de servicio, puede, además, eventualmente manejar más de su capacidad inmediata al demorar el tráfico hasta que exista una oportunidad de servirlo. "

Como se puede observar en la figura No.18, el retraso no es un fenómeno que ocurre solamente en el límite de la capacidad. Alguna cantidad de retraso se experimentará mucho antes de que la capacidad sea alcanzada, y esta cantidad crece exponencialmente mientras la demanda aumenta.

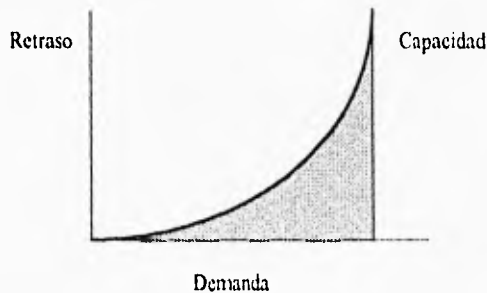


Figura No.18. Relación Teórica de Capacidad y Retraso.

3.4.2 Capacidad.

Hay dos definiciones comúnmente utilizadas de capacidad, por simplicidad las explicaré en términos de la capacidad de un campo aéreo. Estas son: la capacidad continua y capacidad práctica.

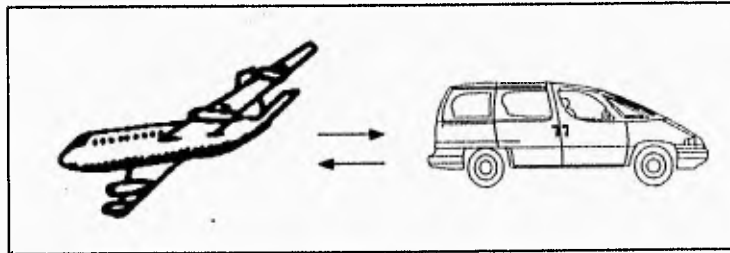
Según la primera, la capacidad es una tasa a la que los aviones pueden ser manejados, por ejemplo aterrizajes o despegues, sin importar ningún retraso que pueda haber. Esta definición asume que los aviones siempre estarán presentes esperando aterrizar o despegar, y la capacidad es medida en términos del número de operaciones que pueden ser llevadas a cabo en un periodo de tiempo dado.

La capacidad práctica es el número de operaciones (despegues y aterrizajes) que pueden ser acomodados sin un retraso mayor a uno dado, normalmente expresado en términos del retraso promedio máximo aceptable.

3.4.3 Efectos en la Capacidad.

Entendiendo al aeropuerto como un sistema, no es de extrañarse que lo que suceda en un subsistema se refleje en el desempeño de todo el conjunto. Es por eso, que la capacidad de un aeropuerto está determinada por la capacidad de sus elementos. Siempre habrá, en un momento dado, un elemento del sistema que esté trabajando, debido a diferentes circunstancias, a su máxima capacidad. Esto repercutirá de una manera directa o indirecta en todos los demás elementos del sistema, pues al saturarse un elemento provocará retrasos en el procesamiento de los pasajeros. El retraso en un elemento provocará que se acumulen pasajeros en el elemento inmediato anterior y así sucesivamente. Puede ocurrir, por ejemplo, que se tengan condiciones atmosféricas adversas que disminuyan la capacidad de las pistas, esto disminuirá la intensidad del flujo de pasajeros de llegada pero aumentará la concentración de pasajeros que esperen la salida. Como resultado de lo anterior, todos los elementos que intervienen en la secuencia de salidas estarán saturados en diferente medida.

Por otro lado, ahora en el extremo terrestre, tenemos el principal objeto de estudio de esta tesis. Considérense las horas pico de una ciudad, ya sea en la tarde o en la mañana. Durante esos periodos, el flujo de pasajeros de entrada y salida se incrementa considerablemente. En esos momentos, si se presentan problemas de capacidad en el acceso al aeropuerto (congestionamientos) esto puede afectar seriamente la capacidad del edificio. Esta situación fuerza a los pasajeros a que , anticipando los retrasos en el acceso, lleguen mucho antes de lo que sería necesario de otra manera al edificio de pasajeros provocando una acumulación excesiva e innecesaria de pasajeros y visitantes. Esto es lo ha hecho que actualmente se tenga problemas en la mayoría de los aeropuertos importantes del mundo pues es necesario que amplien sus instalaciones, los estacionamientos, y todos los elementos que integran al edificio de pasajeros pues ahora no solo deben satisfacer a los pasajeros de una hora determinada sino que deben procesar y acomodar a los pasajeros de varias horas.



Capítulo 4

Integración de los Sistemas de Transporte.

4.1 Zona Aeronáutica. Plataformas.

El proceso de diseño de un aeropuerto es el siguiente. Una vez que se ha decidido por una de las alternativas de localización del aeropuerto, en las que se determina la ubicación de la o las pistas y calles de rodaje entre otras cosas, se procede al diseño de la plataforma. A partir de este diseño de plataforma se diseña el edificio de pasajeros junto con todos los elementos que lo integran. Y finalmente, después de que lo anterior se ha diseñado se procede al diseño de la zona terrestre: la acera, los estacionamientos, las vialidades, las estaciones de transporte público, etc.

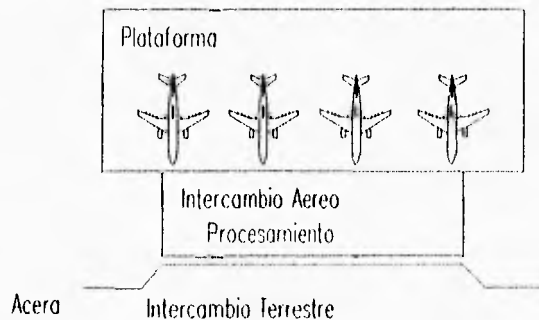
Comúnmente el hecho de que la zona terrestre se diseñe al final del proceso se toma como indicación de que es menos importante y entonces las necesidades de la zona terrestre son parcialmente satisfechas y se ajustan a lo que se ha hecho en los diseños anteriores. Este criterio es el causante de que ahora se tengan problemas en el lado terrestre.

En general, la influencia del edificio de pasajeros sobre los requerimientos funcionales y el comportamiento de los elementos de la zona aérea es relativamente pequeña comparada con el efecto inverso que la zona aérea ejerce sobre el edificio. En base al tipo de plataforma que se escoge para el aeropuerto se diseña el edificio. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los tipos de plataforma que se pueden escoger.

4.1.1 Plataforma Lineal.

Está enfocado a disminuir la distancia que un pasajero tiene que caminar acercando el transporte terrestre lo más posible al avión. Se utiliza frecuentemente en aeropuertos que no manejan mucho volumen de pasajeros donde no existan muchas posiciones que provocarían un edificio demasiado largo, por lo que se tiene de tres a seis posiciones ubicadas a lo largo del edificio.

Bajo este concepto el edificio de pasajeros está diseñado de tal manera que un pasajero se pueda estacionar en un punto opuesto y muy cercano a su puerta de salida, así minimizando la distancia a caminar.

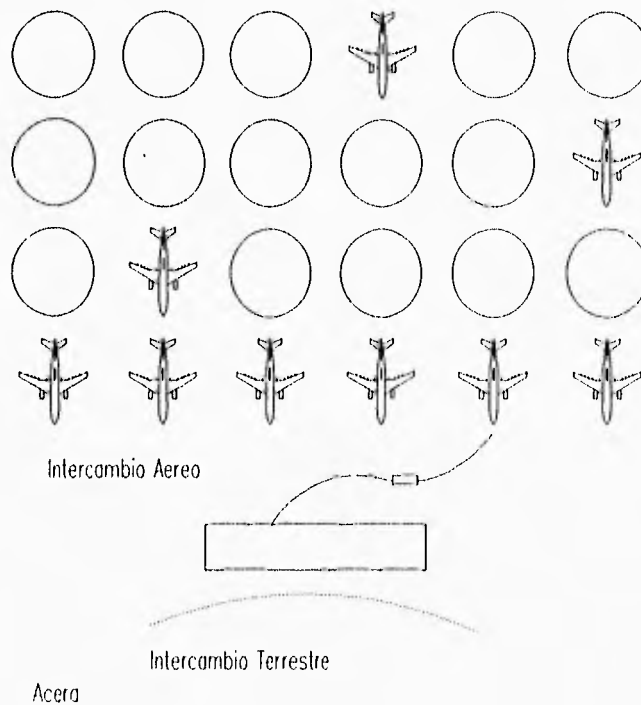


Plataforma Lineal
Fig.No.19

4.1.2 Plataforma Abierta.

Según este concepto las posiciones de los aviones y las operaciones de servicio a los mismos se encuentran alejadas del edificio de pasajeros.

Este concepto se distingue por el uso de sala móviles o camiones y procesamiento totalmente centralizado. Las principales ventajas que ofrece este concepto son: separación de la plataforma de servicio del edificio de pasajeros proporcionando mayor flexibilidad en el lado aéreo a cambios en el tamaño y características de maniobra de los aviones, además de menor tiempo de circulación, con este concepto se reduce la distancia a caminar debido a que se tiene un edificio más compacto. Entre las desventajas que presenta se encuentran el bajo nivel de servicio que ofrecen las salas móviles y los autobuses y el largo periodo de tiempo (cercano a los 15 minutos) que tarda el proceso de subir y bajar del transporte.



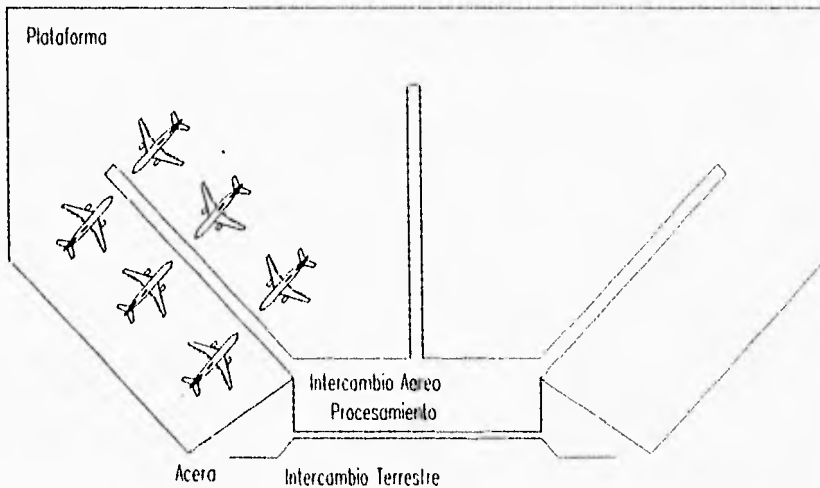
Edificio con Plataforma Abierta

Fig.No.20

4.1.3 Edificio con Muelles o Dedos.

Para satisfacer las crecientes necesidades de más área de contacto del edificio con el lado aéreo se diseñaron los muelles, con una operación centralizada en el edificio. En cada una de las puertas se ubican pequeñas salas de espera. Para facilitar la operación del equipo de plataforma se asignan las posiciones a las aerolíneas a largo plazo. Este tipo de edificios son bastante económicos, sin embargo requieren que el pasajero camine grandes distancias (más de 120 m) y son mayores aún para los pasajeros con cambio de aerolínea.

El edificio puede ser muy eficiente para volúmenes anuales medianos de pasajeros nacionales e internacionales. Para mayores volúmenes las distancias a caminar crecen demasiado y es entonces necesario instalar bandas transportadoras.

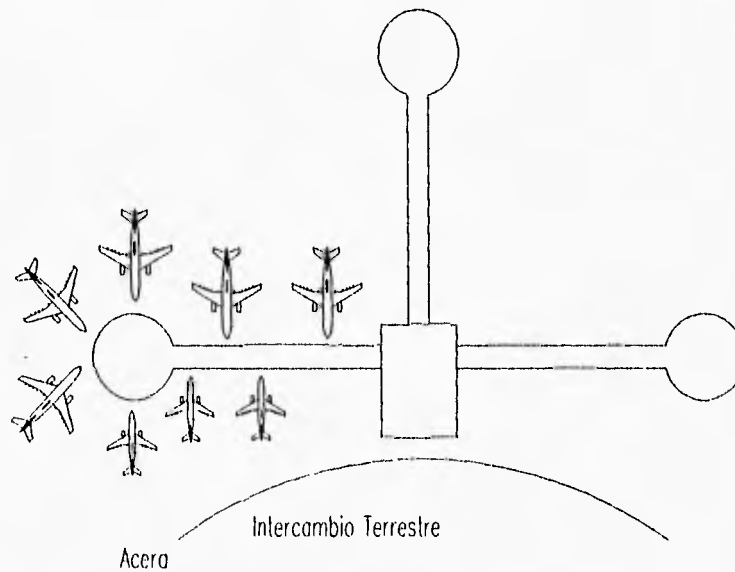


Edificio con Muelles o Dedos

Fig.No.21.

4.1.4 Edificio con Muelles y Satélites.

Este concepto representa un movimiento hacia la descentralización de los edificios de muelles. En los diseños más simples el satélite solamente proporciona áreas de espera cerca de las puertas. La descentralización se puede extender a documentación en la puerta, concesiones y otros servicios. No es de extrañar que este concepto también presente el problema de grandes distancias para caminar por lo que usan bandas transportadoras para unir los satélites al edificio principal.

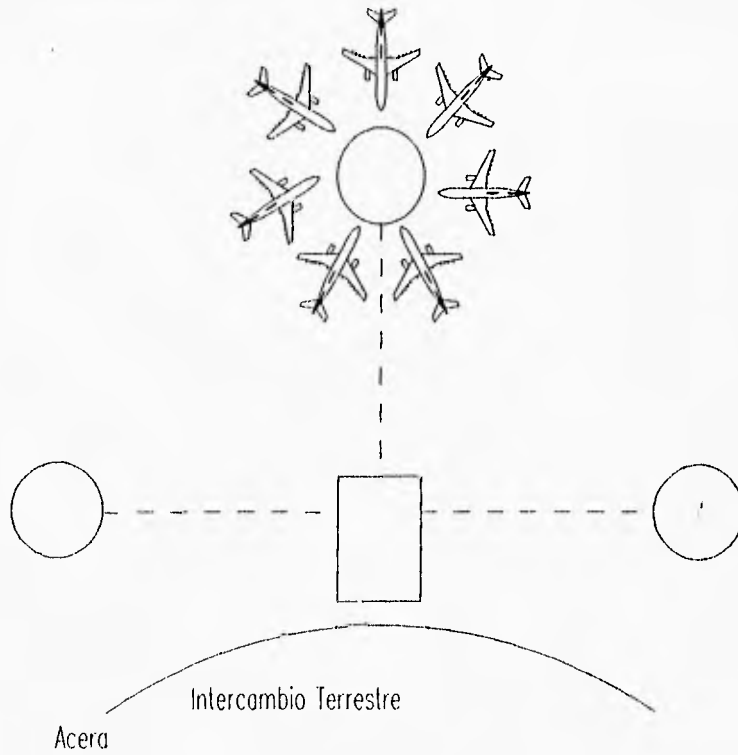


Edificio con Muelles y Satelites

Fig.No.22.

4.1.5 Edificio con Satélites Remotos.

En este diseño los satélites están unidos al edificio a través de medios mecánicos de transporte, ya sea sobre o debajo de la plataforma. En el segundo caso, no se interfiere con la circulación en la plataforma y los aviones se pueden ubicar en todo el perímetro del satélite. Al igual que en el caso anterior se puede dotar a los satélites con el número de servicios que se deseen dependiendo del grado de descentralización que se busque.



Edificio con Satelites Remotos

Fig.No.23.

4.1.6 Plataforma Remota y Transportador.

Este tipo de plataforma es una variante de la plataforma abierta. Cuenta con las mismas características que la plataforma abierta, la variación consiste en que esta plataforma se utiliza como auxiliar de otro tipo de plataforma. Por lo mismo se utiliza en caso de que la plataforma principal se sature y también para pernocta. Además el hecho de que exista esta plataforma le agrega más flexibilidad a la operación del lado aéreo porque se cuenta con posiciones poco o nada restringidas en cuanto al tamaño del avión.

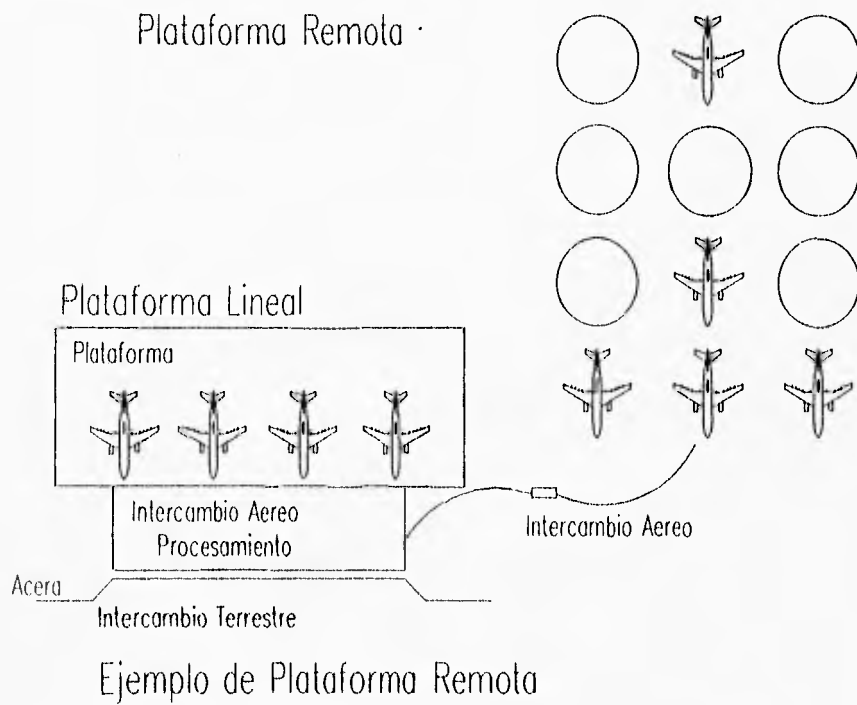
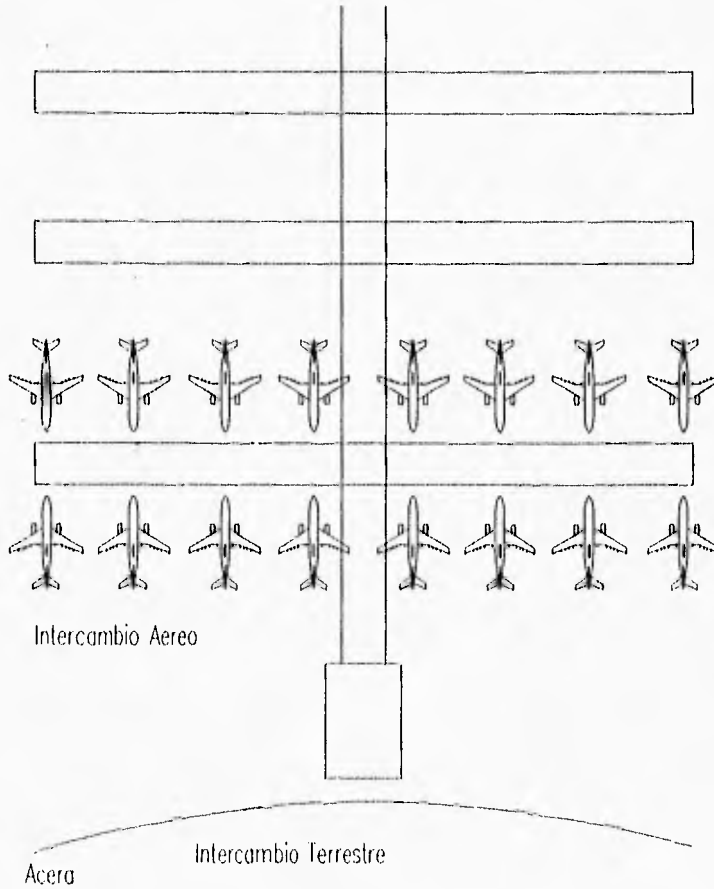


Fig.No.24.

4.1.7 Edificio con Muelles Remotos.

Este es un concepto relativamente nuevo en el que se une el edificio de pasajeros con muelles remotos por medio de una unión por debajo de la plataforma. Este es un esquema bastante bueno para aeropuertos de gran volumen y con gran cantidad de transferencias y cambios de línea. Es posible ubicar la plataforma entre un sistema de dos pistas paralelas de gran capacidad. Una alineación paralela de los muelles asegura un uso eficiente del espacio de la plataforma. Es necesario automatizar tanto el flujo de pasajeros como el de equipaje que hay en el corredor que conecta el edificio con los muelles.

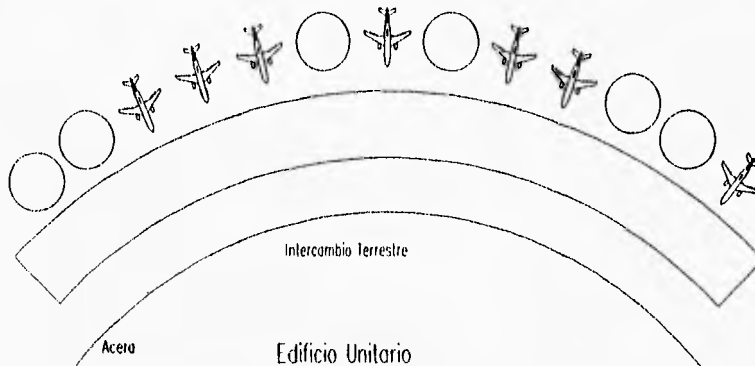


Edificio con Muelles Remotos

Fig.No.25.

4.1.8 Unitaria.

Este concepto es definido por IATA como dos o más edificios independientes, cada uno dando servicio a uno o más líneas aéreas, cada uno teniendo acceso directo al transporte terrestre. Este concepto es justificable en aeropuertos de volumen alto, donde las distancias a caminar se vuelven excesivas con la configuración de dedos. Sin embargo, en caso de cambio de líneas se presentan severos problemas de comunicación. Algunos diseños han intentado resolver este problema con sistemas de conexión entre las diferentes unidades, como autobuses o sistemas de riel.



Edificio Unitario
Fig.No.26.

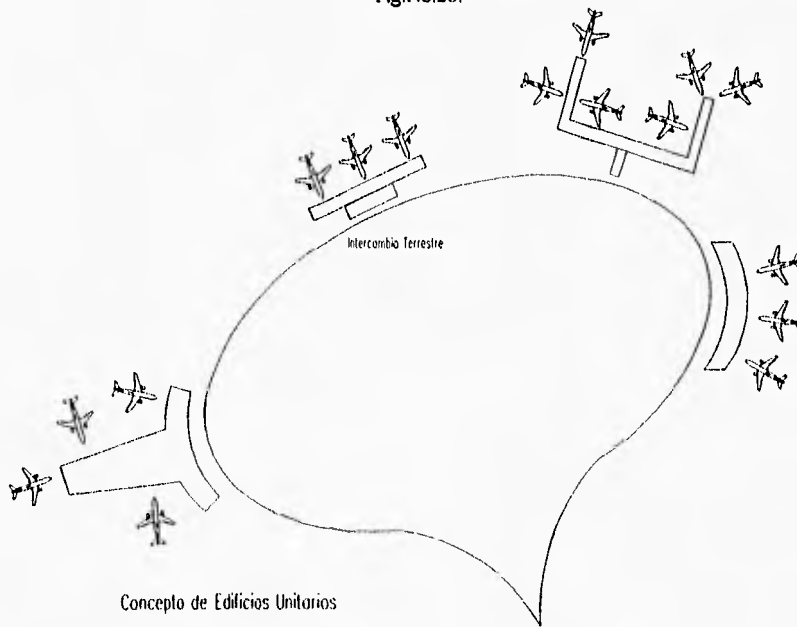


Fig.No.27.

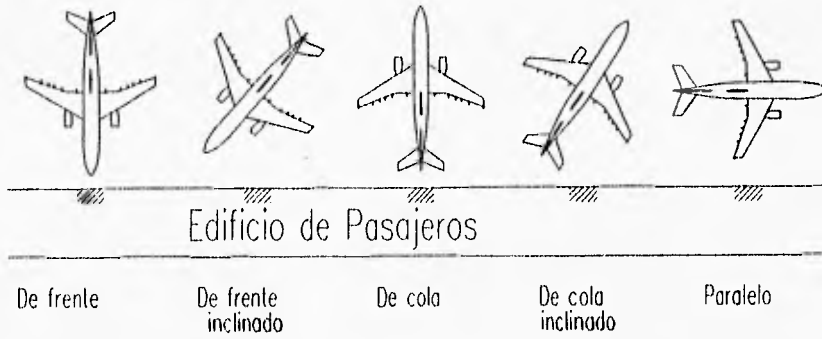


Fig.No.28. Formas básicas de Estacionamiento.

4.2 Zona Terrestre. Accesos, Liga Vial y Estacionamientos.

La zona terrestre esta integrada, como ya se ha mencionado en los capítulos anteriores, por todos los elementos que se encuentran antes de la acera del edificio de pasajeros: la misma acera en la que se realiza el intercambio de medios de transporte, las vialidades dentro del aeropuerto, los estacionamientos, la liga vial con las avenidas de acceso; todo lo anterior, dentro de los límites del aeropuerto y fuera de él se consideran las principales vías de acceso al aeropuerto que lo unen con las zonas generadoras y receptoras de pasajeros más importantes.

Como se mencionó en el primer capítulo, en el punto 1.3, casi todos los viajes aéreos empiezan y terminan con un viaje en automóvil. No hay muestra más clara de nuestra dependencia hacia el automóvil que en la acera o en las calles de acceso al aeropuerto.

Alrededor del 90% de los pasajeros se transporta ya sea en automóvil particular o en taxi. En aeropuertos medianos y pequeños este valor es más cercano al 100% pues generalmente estas ciudades no cuentan con sistemas de transporte público con la cobertura necesaria y por lo mismo no son una alternativa práctica.

Por ejemplo, en estudios realizados en 1983 por la Administración Federal de Aeropuertos de E.U. (FAA), 23 de los 41 aeropuertos metropolitanos importantes estudiados sufren de problemas de capacidad, ocasionados por congestión en la zona terrestre o falta de un acceso adecuado.

La solución a los problemas de capacidad de la zona terrestre no radica en buscar y aplicar nueva tecnología, sino en aplicar técnicas administrativas que optimicen la utilización de las instalaciones actuales y además, la construcción de nuevas instalaciones para aumentar la capacidad.

Como mencioné al principio de este capítulo, esta zona es la que se ve más afectada por el proceso de diseño que se sigue en un aeropuerto. Al ser la última zona en ser diseñada y como sus requerimientos no son considerados como importantes durante el diseño de las zonas anteriores, no se toman en cuenta, resultando en un diseño poco integrado.

4.2.1 Liga Vial y Circulación en el Aeropuerto.

Además de lo anterior, la escasez de recursos también afecta el diseño de esta zona. Por ejemplo, lo ideal para un aeropuerto es que la zona terrestre cuente con varios niveles, al menos dos, como el edificio de pasajeros. Así, por ejemplo, se puede dividir el flujo de pasajeros y el vehicular, teniendo en el primer piso el flujo de pasajeros de salida y en la planta baja el flujo de los pasajeros de llegada. Distribuido de esta manera, todos los elementos que tengan que ver con el procesamiento de pasajeros de salida se encuentran en el primer piso del edificio de pasajeros y en la planta baja los de llegada.

La distribución vertical de los flujos simplifica grandemente los problemas del intercambio de pasajeros de los medios de transporte al edificio de pasajeros y viceversa. Esto se debe a que, por ejemplo, se cuenta con mayor longitud de acera para realizar las operaciones de ascenso y descenso

de pasajeros para cada uno de los flujos (de llegada o de salida). También evita que se mezclen los vehículos de cada flujo disminuyendo los congestionamientos.

Sin embargo, la decisión de llevar a cabo una obra de tal magnitud depende principalmente del volumen de pasajeros que se estén manejando en el aeropuerto. También depende del tipo de aeropuerto del que se trate: de origen, de destino o de conexión pues esto define cuál es el flujo con mayor número de pasajeros.

4.2.2 La Acera.

En capítulos anteriores se ha mencionado la función de la acera como liga que permite el intercambio entre los medios de transporte terrestres y el aéreo..

El problema de la congestión de este elemento es particularmente difícil de resolver debido a que está íntimamente ligado al diseño del edificio y sujeto a las características del aeropuerto tales como volúmenes horarios de pasajeros, características de los usuarios (tipos de medios de transporte, mezcla de pasajeros y acompañantes, y número de maletas), y características de los vehículos utilizados (tipo, número de pasajeros y tiempo de permanencia en la acera). Las alternativas más prácticas son expansión física o modificación de instalaciones y cambios de procedimientos que mejoren el flujo de pasajeros y vehículos.

Entre las mejoras físicas más comunes se tienen las siguientes: adición de más longitud de acera, carriles de circulación continua, salidas y entradas múltiples al edificio, estacionamiento remoto y servicio de transporte (reduce la demanda en la acera al cambiar pasajeros de automóviles privados a vehículos de alta ocupación), y pasos a desnivel o subterráneos para pasajeros (además de promover la seguridad de los peatones, facilita la circulación vial pues elimina conflictos entre los peatones y los vehículos).

En cuanto a los cambios de procedimiento, ya sea solos o acompañados de mejoras físicas de bajo costo como señalamiento, estos son una alternativa eficiente en contra de una construcción costosa o remodelación de la acera. Por ejemplo, restricciones de estacionamiento combinadas con una vigilancia rigurosa, reducirán el congestionamiento de la acera y el tiempo de permanencia en la acera para ascenso y descenso de pasajeros. Del mismo modo, la separación de automóviles particulares de los taxis, camiones y colectivos puede disminuir los conflictos entre estos tipos de tránsito y al mismo tiempo mejorar el flujo de y hacia la acera.

4.2.3 El Acceso.

El problema del acceso al aeropuerto es quizás el problema más grave, sobre todo si estamos hablando de aeropuertos internacionales que sirven a una zona metropolitana muy grande. En estos casos el problema del acceso es crítico pues para acceder al aeropuerto se tiene que mezclar el pasajero con el resto de la población urbana y recorrer distancias considerables en vías congestionadas. Para poder solucionar este problema es necesario hacer un gran desarrollo vial que desahogue el tránsito en la zona cercana al aeropuerto solucionando no solo el problema vial de los pasajeros aéreos sino el del resto de la población cercana al aeropuerto.

Con esto nos estamos metiendo a un problema que no se ha podido solucionar en mucho tiempo en las grandes ciudades, el problema vial. Esto es aún más cierto en los países subdesarrollados en donde la falta de recursos económicos y la falta de regulación de la explosión demográfica y de asentamientos humanos han agravado más el problema.

Es por eso que de una manera integral y planeada a largo plazo se debe atacar el problema. Además, el alto costo de la solución no lo permite de otra manera. Una vez solucionado el problema la regulación juega un papel importante pues al desahogarse el tráfico hace a la zona muy atractiva y esto puede generar más asentamientos y con eso regresar al problema anterior.

Tenemos por ejemplo la reubicación del aeropuerto internacional de la Ciudad de México, el problema más importante no son los aspectos aeronáuticos, tampoco lo son los aspectos sociales, ambientales o ingenieriles, el problema radica en ¿ Como llegar a ese lugar ?. Desafortunadamente, para poder hacer un aeropuerto de la magnitud que se necesita, es necesario construirlo fuera de la ciudad y entonces se tiene una gran distancia con mucho tráfico que hace el acceso muy tardado. Cualquiera que sea la opción que se lleve a cabo, se tendrá que hacer un gran desarrollo vial para permitir el acceso al aeropuerto. Por desarrollo vial entiéndase un gran sistema de avenidas de gran capacidad que desahogue el tránsito de una manera eficiente.

Además de la expansión o mejoramiento de la red vial que va hacia el aeropuerto, en la mayor parte del mundo, el mayor esfuerzo se ha enfocado en facilitar el acceso terrestre al aeropuerto utilizando medios de transporte que substituyan al automóvil.

4.2.4 Estacionamientos.

Aún con la promoción de otros medios de transporte terrestre hacia el aeropuerto, la realidad es que el automóvil es y seguirá siendo, en el corto plazo, el vehículo más utilizado. A partir de lo anterior no queda sino diseñar los estacionamientos de manera que sirvan lo más eficientemente a los conductores de los mismos. Se debe proporcionar estacionamiento para diferentes usuarios con diferentes necesidades: para pasajeros, acompañantes, visitantes, empleados y personas que tengan que realizar algún tipo de negocio en el aeropuerto. El volumen y las características de los usuarios intervienen grandemente en el diseño y localización de los estacionamientos.

Se busca ubicar los estacionamientos para pasajeros lo más cerca del edificio de pasajeros para que de esta manera la distancia a caminar sea lo menor posible. El estacionamiento para empleados se encuentra separado y se busca ubicarlo lo más cerca de las instalaciones donde estos laboren. En algunas situaciones, por ejemplo en donde no haya suficiente espacio, se le da prioridad al estacionamiento de pasajeros y el estacionamiento para empleados tiene que estar lejos del lugar de trabajo y entonces se les puede proporcionar servicio de transporte por medio de autobuses.

En los aeropuertos hay ocasiones en que se tienen estacionamientos de corto plazo y de largo plazo. En aeropuertos con menos de 1,000,000 de pasajeros por año, los estacionamientos de corto y largo plazo ocupan el mismo estacionamiento en frente del edificio de pasajeros. En aeropuertos con más de 1,000,000 de pasajeros por año se pueden tener dos o más áreas distintas de estacionamiento.

Los estacionamientos más cercanos están generalmente diseñados para ser de corto plazo cobrando tarifas altas. La mayoría de los que se estacionan aquí son los acompañantes. Normalmente la composición es la siguiente:

1. Pasajeros que regresan el mismo día, un pequeño porcentaje.
2. Pasajeros que se estacionan un promedio de 1 o 2 días.
3. Acompañantes que dejan o recogen pasajeros.

También se debe tener, cuando se justifique, estacionamientos remotos que cobran tarifas bajas. En estos, se estacionan los pasajeros por un día o más. Los acompañantes normalmente no utilizan este tipo de estacionamiento. Se debe proporcionar un servicio de transporte al aeropuerto con varias paradas en este estacionamiento.

4.3 El edificio de pasajeros.

El edificio de pasajeros mal llamado terminal constituye una de las partes de que se compone el aeropuerto, como se mencionó anteriormente sirve como punto de transferencia para el intercambio de pasajeros y carga entre dos modos de transporte: el terrestre y el aéreo; en algunos casos, también se une el modo marítimo.

Es creencia de algunos autores que el edificio debe tener una presentación a la altura del modo aéreo, por lo que recomiendan que sea muy cuidado desde el punto de vista estético. Sin embargo, donde radica su verdadera función es en el intercambio de medios de transporte, por lo que es más importante para el diseño su funcionalidad; esto implica conveniencia de pasajeros, eficiencia de operación y una cuidada inversión. Una vez satisfechos estos requerimientos, se pueden tomar en cuenta otras consideraciones como la estética.

El edificio de pasajeros realiza las tres principales funciones que a continuación se listan:

1. **Cambio de Modo.** Los vuelos son realmente viajes que implican una "mezcla de modos", con viajes terrestres a ambos extremos del viaje. El movimiento de los pasajeros dentro del edificio se hace siguiendo patrones previamente establecidos, a través de las *áreas de circulación de pasajeros*.
2. **Procesamiento.** El edificio es un punto conveniente para realizar ciertos procesos relativos a los pasajeros como son: documentación, agrupación de pasajeros por vuelo, revisiones de seguridad y controles gubernamentales. Para estas actividades se requiere *espacio de procesamiento de pasajeros*.
3. **Cambio de Tipo de Movimiento.** Mientras que los aviones mueven a los pasajeros en grupos discretos, esos mismos pasajeros entran al aeropuerto en un flujo continuo, llegando y partiendo en pequeños grupos en autobús, auto y taxi. Entonces el edificio funciona en el lado de la salida como una reserva que reúne a los pasajeros continuamente y los procesa en grupos. En el lado de las llegadas, el patrón se invierte. Para realizar esta función se requieren *áreas de espera de pasajeros*.

4.3.1 Conceptos de Diseño.

El diseño del edificio depende de la naturaleza del movimiento de pasajeros que va a ser atendido. El concepto de diseño es función de varios factores, entre los cuales se tienen: el tamaño y la naturaleza de la demanda de pasajeros y visitantes, el número de líneas aéreas, la participación de vuelos entre internacionales, nacionales, de itinerario, no regulares, salidas y llegadas, el espacio disponible, los principales medios de transporte terrestre y el tipo de financiamiento.

A. Pasajeros.

1. Longitud adecuada de acera del edificio para transporte terrestre público y privado.
2. Distancia mínima -- de la acera a la documentación.
3. Distancia mínima -- de documentación a sala de espera y de sala de espera al avión.
4. Transporte de pasajeros -- cuando se deben circular grandes distancias (más de 120 m).
5. Caminos para peatones -- como alternativa a los sistemas mecánicos de transporte.
6. Eficiencia en conexiones entre líneas.
7. Manejo de equipaje -- del y hacia el avión.
8. Manejo eficiente de acompañantes y visitantes en el aeropuerto.

B. Vehículos de pasajeros.

1. Separación del flujo de automóviles públicos del tránsito de servicio y comercial.
2. Transporte público del y hacia el aeropuerto.
3. Estacionamiento público -- de largo plazo (tres horas o más) y temporal (menos de tres horas).
4. Estacionamiento de empleados del aeropuerto.
5. Estacionamiento de empleados de las líneas aéreas.
6. Áreas de servicio.
7. Estacionamiento de autos de renta y áreas de servicio.

C. Operaciones del aeropuerto.

1. Separación de vehículos de plataforma de aviones en movimiento y estacionados.
2. Separación de flujo de pasajeros en el edificio (salidas y llegadas, nacional e internacional).
3. Separación de flujo de pasajeros de actividades de plataforma.
4. Disponibilidad de concesiones y exposición al público.
5. Seguridad del campo de vuelo y prevención de acceso no autorizado a las plataformas y pistas.
6. Edificio de carga aérea.
7. Estructuras y talleres de mantenimiento del aeropuerto.
8. Drenaje de pistas y plataforma.
9. Equipos del campo y plataforma.
10. Plantas de servicio y sistemas de calentamiento y aire acondicionado.
11. Edificio y equipo de bomberos.

D. Aviones.

1. Flujo eficiente de aviones en las plataformas y entre las plataformas y las calles de rodaje.
2. Maniobras de estacionamiento fáciles y eficientes en las posiciones en plataforma.
3. Abastecimiento de combustible.
4. Áreas de helipuerto.
5. Áreas de aviación general.
6. Control de ruido, gases e impacto de motores.
7. Espacio de plataforma para almacenar y maniobrar equipo de servicio.

E. Seguridad.

1. Al embarcar y desembarcar del avión.
2. En los elevadores, escaleras y rampas así como su localización, velocidad y métodos de acceso y egreso.
3. Sistemas de movimiento de personas así como su localización, velocidad y métodos de acceso y egreso.
4. Protección a peatones en cruce de calles.
5. Provisiones para discapacitados.

4.3.2 Procesamiento Centralizado o Descentralizado.

La elección básica es si se va a realizar *procesamiento centralizado o descentralizado*. El primer concepto implica que toda la secuencia del procesamiento de todos los pasajeros será realizada en un sólo edificio o área. Los procesos que se incluyen son documentación, aduana e inmigración, documentación y reclamo de equipaje y seguridad. También las concesiones se agrupan en una sola área. La descentralización implica la distribución y repetición de estos procesos en varios centros. En la práctica muchas soluciones de diseño se ubican entre ambas soluciones.

4.3.3 Distribución Horizontal.

El diseño horizontal del edificio de pasajeros se encuentra grandemente influido por el diseño que se tenga a nivel de plataformas. Una vez seleccionada la opción más viable para las plataformas, el diseño del edificio se ve influenciado por los principios de planeación de flujos. Estos principios buscan optimizar la distribución del edificio para que el flujo de pasajeros se haga de una forma uniforme y que las distancias se mantengan lo más reducidas.

4.3.4 Expansión y Flexibilidad.

Cualquiera que sea el diseño conceptual que se seleccione, el diseño final debe estar caracterizado por capacidad de expansión y flexibilidad, debido a que el sistema aeroportuario mundial se ha caracterizado por estar cambiando continuamente. Algunas autoridades planean cambios menores a los edificios cada 5 años y reconstrucciones mayores cada 15 años.

Los edificios promedio pueden enfrentar la duplicación de la demanda cada 10 años y la cuadruplicación cada 20. Es por eso que los diseñadores deben tomar en cuenta los requerimientos de crecimiento y planear desde el principio futuras expansiones de manera que presenten las menos inconveniencias de operación al aeropuerto.

Una manera en que se aumenta la capacidad del edificio es la siguiente: se construye el edificio inicial, que es copiado en unidades similares como vaya creciendo la demanda. Estas unidades se puede hacer anexas al edificio o construyendo edificios independientes idénticos. Además, esto permite flexibilidad, ya que el diseño de las unidades se puede alterar si las condiciones cambian; por ejemplo, el avión tipo cambia ya sea en envergadura, en altura o en longitud.

4.3.5 Distribución Vertical.

En pequeños aeropuertos donde los flujos de pasajeros y equipaje son relativamente pequeños y hay pocas transferencias estos pueden ser acomodados en un edificio de un solo nivel. Esto se debe a que la complejidad y el costo de un edificio de varios niveles no se justifica. Sin embargo, las es de un nivel son las más difíciles de expandir considerando el crecimiento acelerado de la demanda y la intermitencia de los flujos crecientes de llegadas, salidas y transferencias presentan graves problemas.

La solución más común es la separación de flujos en una operación de dos niveles. El acomodo típico separa los pasajeros de salida en el nivel superior de los pasajeros de llegada, que entran para luego descender al piso inferior a los controles gubernamentales y el reclamo de su equipaje. Normalmente, los pasajeros llegando y saliendo del edificio son separados en el acceso terrestre con dos niveles para dejar y recoger pasajeros; las soluciones del pasado solo utilizan un solo nivel en el lado terrestre de la transferencia. La operación en dos niveles permite el máximo aprovechamiento del terreno; además, al separarlos proporciona mejores condiciones de flujo con menos flujos conflictivos, ideal para grandes volúmenes de tránsito.

Una variación a la solución de dos niveles es la operación con uno y medio niveles. Este diseño presenta las ventajas de la operación de una plataforma de dos niveles, pero los pasajeros normalmente cambian de nivel después de entrar al edificio. Este diseño permite mejor servicio que un edificio de un nivel, pero en el lado terrestre la transferencia presenta serios conflictos de flujo.

En varios países, las normas de seguridad requieren una separación completa de los pasajeros de llegada y salida que ya han sido revisados.

Son también posibles los diseños en tres niveles. La forma más común de separación es flujo de salidas, de llegadas y de equipaje. Esta solución brinda la mejor separación posible de flujos conflictivos.

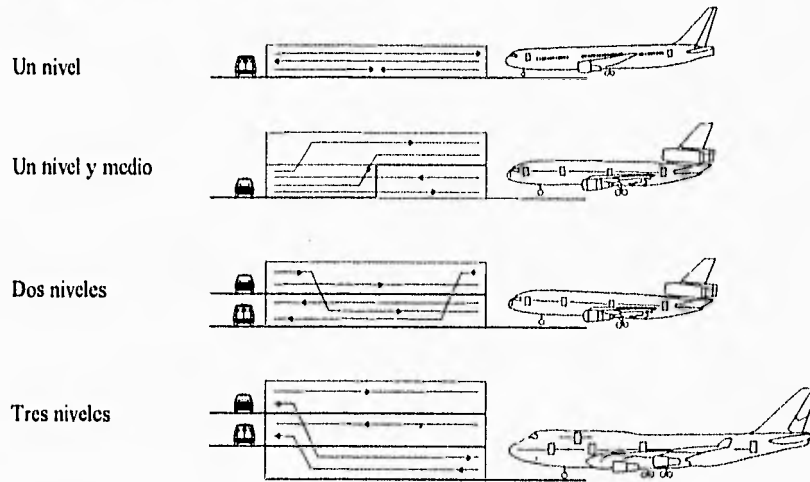


Fig.No.29.

4.4 El edificio de carga.

En aeropuertos donde el volumen de carga es alto, esta se procesa generalmente en un edificio de carga que está separado del de pasajeros. Sin embargo, el incremento en las operaciones de grandes aviones jet ha llevado al aumento en la cantidad de operaciones mezcladas de pasajeros y carga. Estos grandes aviones tienen una gran capacidad de carga, en exceso de la que se necesita para transportar pasajeros y su equipaje. Es por eso que es esencial cuando se planea el área de plataformas tomar en cuenta el espacio requerido para el manejo de la carga.

La carga está compuesta por el flete y el correo aéreo. El correo es normalmente transferido por el transporte a las instalaciones específicas para correo. El flete es transferido entre el avión y el edificio de carga por el transporte o por un cargador de flete. El flete que arriba a bordo de aviones de pasajeros normalmente tiene que ser descargado en la posición asignada para el avión y transportado al edificio de carga. El flete que sale es transferido del edificio de carga antes de la salida programada y tiene que estar almacenada en áreas específicas para cargarlo oportunamente mientras el avión está listo. El transporte rápido de pequeños paquetes se está volviendo cada vez más importante en la planeación de carga aérea, especialmente en aeropuertos grandes.

Otro requerimiento relacionado con el manejo de la carga es relativo a las calles que facilitan el movimiento de camiones de carga entre las plataformas y el edificio de carga. Algunas rutas son designadas para camiones de carga para separarlos del movimiento de otros vehículos de servicio de aviones en las plataformas.

El uso de equipo de carga eficiente es necesario para cargar y descargar los aviones de pasajeros que transportan carga. Los más importantes son aquellos que combinan un cargador con un transportador, que tienen la ventaja de reducir la cantidad de equipo en las plataformas. Los cargadores

del tipo que suben son utilizados como unión con una variedad de aviones con diferentes alturas de umbral de puerta.

Otra tendencia que ha afectado la tecnología del manejo de la carga aérea es el desarrollo de contenedores para diferentes tipos de avión. Los contenedores tienen la ventaja de que pueden ser cargados y preparados fuera de la plataforma (inclusive fuera del aeropuerto), transportados directamente al avión, y fácilmente cargados y descargados del avión.

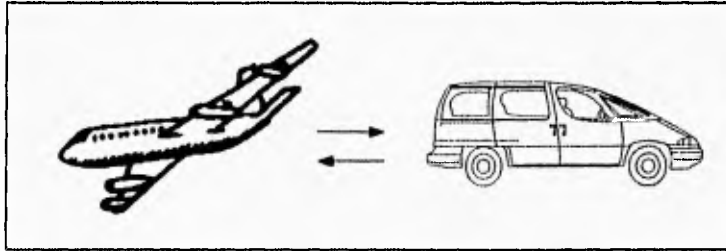
La planeación de las instalaciones de carga, al igual que el edificio de pasajeros, está basada en los principios de la planeación de los flujos. En el caso de las instalaciones esto es más fácil por la naturaleza de la carga, que es inanimada en la mayoría de los casos. Aún más, los aviones de carga deben ser separados de los que mezclan pasajeros y carga en el proceso de carga y descarga, preferentemente en el edificio de carga; el flujo de carga de y hacia el avión y entre aviones debe ser lo más fluido posible y debe cubrir la menor distancia en la secuencia de flujo.

De manera general, la mejor solución para el diseño del edificio es un cuadrado. Sin embargo, la importancia del frente de descarga para los camiones puede ser tal que un rectángulo con mayor frente de descarga en las zonas terrestre y aérea que profundidad del edificio sea requerido.

En la planeación del sistema público de calles ligadas al edificio de carga, se debe prestar atención a:

1. Que su capacidad sea adecuada para soportar en las horas pico el volumen de vehículos que entregan y recogen carga además del otro tránsito.
2. La necesidad de una calle que una el edificio de pasajeros con el de carga, que no provoque conflictos con las calles de servicio.

Se debe considerar espacios destinados a estacionamientos para el edificio de carga, para que este funcione adecuadamente. Al mismo tiempo se debe considerar su expansión futura tomando en cuenta el ritmo de crecimiento de los volúmenes de carga. Se deben considerar dos tipos de estacionamiento: el de operación para vehículos que entregan o recogen carga y el de los empleados.



Capítulo 5

Análisis de un Caso Real: El Aeropuerto de Acapulco.

5.1 Sistema de Transporte Aéreo.

Los equipos más frecuentemente utilizados son los DC-9 en sus diferentes versiones y los MD-88 y MD-87, etc. En el aeropuerto también han operado B-747's, Antonov 124 y el Concord; este último pasa por Acapulco alrededor de dos veces al año. En el aeropuerto ocasionalmente hacen escala técnica aviones cargueros.

En el aeropuerto se tienen las siguientes rutas nacionales de itinerario fijo: Acapulco - México, Acapulco - Guadalajara, Acapulco - Oaxaca y Acapulco - Tijuana. En rutas directas internacionales se tienen las siguientes: Acapulco - Chicago, Acapulco - Dallas, Acapulco - Houston y Acapulco - Los Angeles.

Los tiempos aproximados de permanencia de los aviones con salida inmediata son los siguientes:

- Líneas Nacionales 30 min.
- Líneas Internacionales 60 min.
- Charter de 90 a 120 min.

Los tiempos anteriores varían según el tipo de avión.

En un sábado típico se tienen alrededor de 70 operaciones y entre semana como unas 60 operaciones. La hora crítica oficial de ACA es de 13:00 a 15:00 hrs. pero para el jefe de servicios y seguridad del aeropuerto es de 12:00 a 16:00 hrs.

A continuación se presentan unas gráficas que muestran el comportamiento del aeropuerto a través de los años:

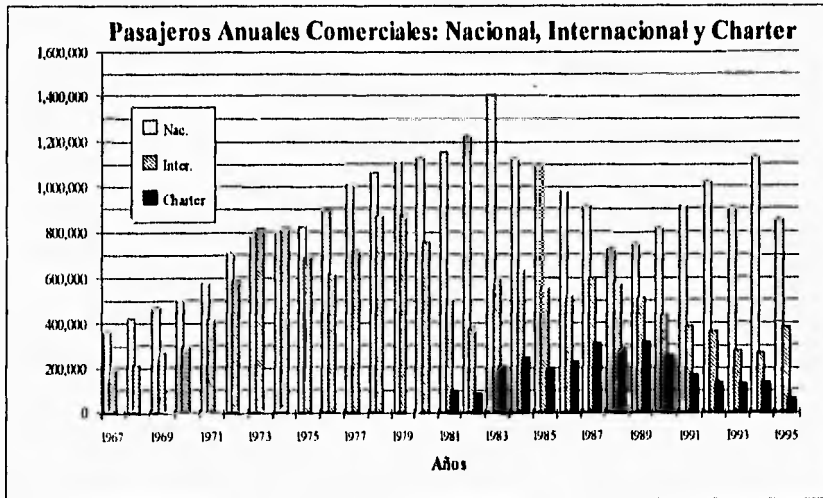


Fig. No. 30.

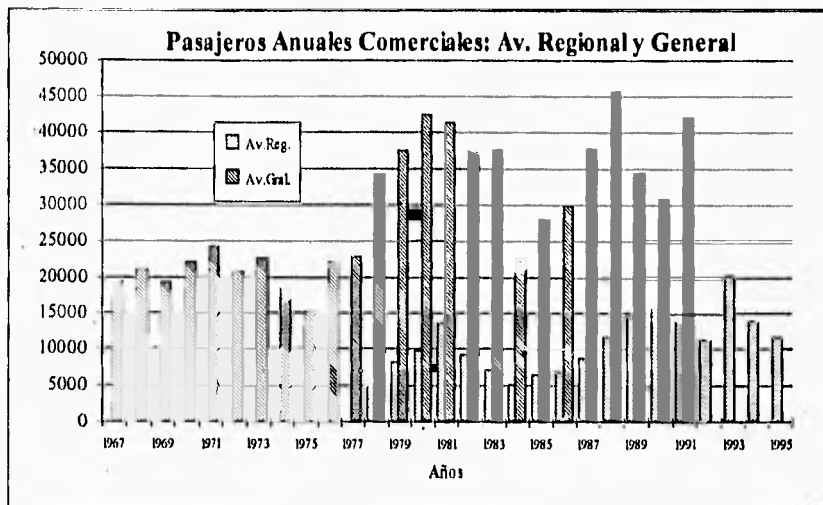


Fig.No.31.

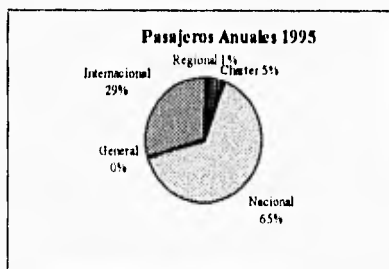


Fig.No.32.

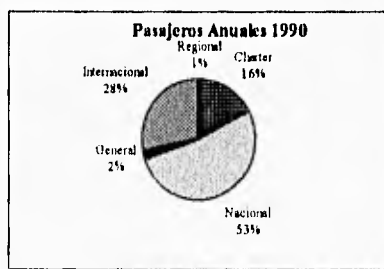


Fig.No.33.

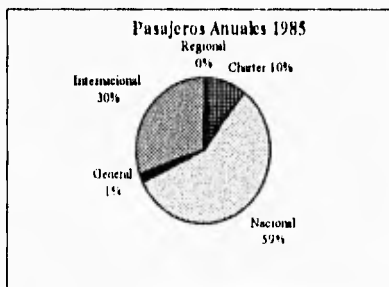


Fig.No.34.

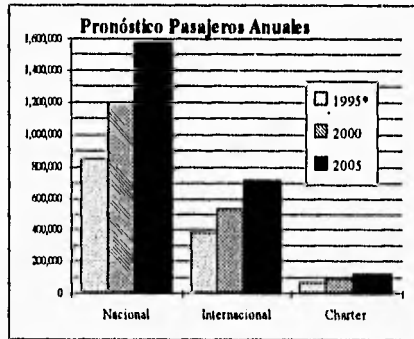


Fig.No.35.

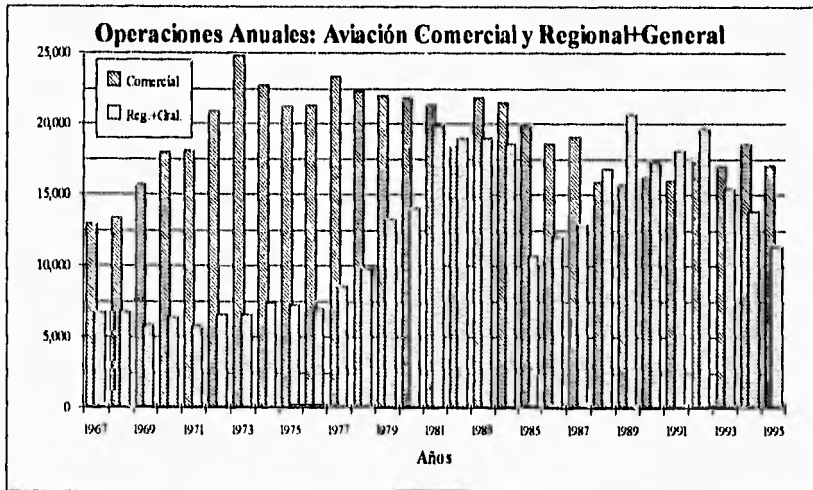


Fig.No.36.

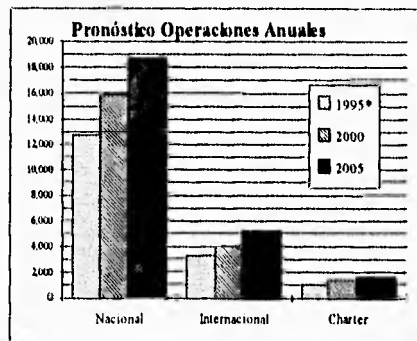


Fig.No.37.

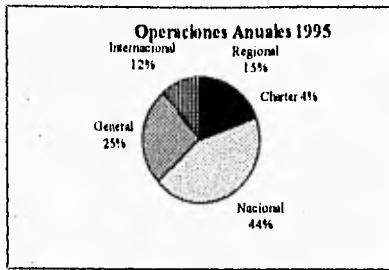


Fig.No.38.

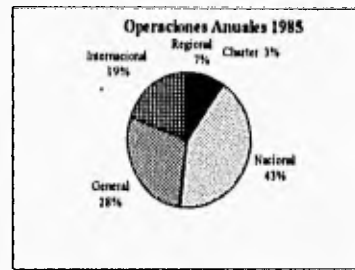


Fig.No.40.

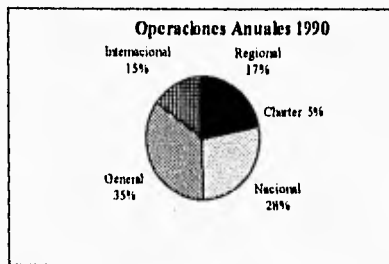


Fig.No.39.

5.2 Sistema de Transporte Terrestre.

Para llegar al aeropuerto se llega por vía terrestre y para ello se tiene la carretera llamada Boulevard de las Naciones que es una continuación de la Av. Costera Presidente Miguel Alemán. Esta carretera cuenta además con una derivación que la une con la Autopista del Sol. También se tiene un distribuidor que une la carretera con la que va a Puerto Marqués y Pinotepa Nacional.

Para acceder al aeropuerto se puede utilizar automóvil particular o rentado, taxi o colectivo del aeropuerto, taxi urbano, transporte de empleados o microbús urbano. Este último medio presenta además de los inconvenientes normales (poco espacio para los pasajeros, no está diseñado para transportar equipaje, paradas continuas, mal servicio por parte de los operadores), el inconveniente de la ruta pues hay que ir a Puerto Marqués y de ahí tomar otro hacia el aeropuerto.

El servicio de taxi urbano es el común de todas las ciudades. En la mayoría de los hoteles hay un sitio de taxis en donde el pasajero los puede abordar. La tarifa promedio es de \$ 70.00 para hasta 2 personas y \$ 90.00 para 4 personas como máximo. Los vehículos empleados son muy variados y abarcan los vehículos medianos como el Jetta o el Tsuru y los vehículos grandes como un Century o un Cutlass. Este servicio es quizás el más conveniente. Sin embargo, en algunas ocasiones los taxistas tienden a querer cobrar de más, es por eso que la mayoría de los hoteles tienen en letreros las tarifas autorizadas.

Año: 1992		En Porcentaje								Resumen					
Lugar de Aforo:	km TE TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	Otros	A	B	C	k'	D		
Acapulco	0														
Puerto Marqués	8.7 1 10365											0.087			
Puerto Marqués	8.7 3 6897	84.7	10.1	4.4				0.8	85	10	5	0.098	0.5		
T. der. Los Amates	14.9 3 5190											0.099			
Aeropuerto	16.2														
Vehículos por día en el aeropuerto		4396	524	228	0	0	0	42	4412	519	260				
Volumen de Proyecto en hora crítica	Número máximo de vehículos por hora	=	509												
	Número máximo de vehículos por hora por tipo		431	51	22	0	0	0	4	432	51	25			

Año: 1994		En Porcentaje								Resumen					
Lugar de Aforo:	km TE TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	Otros	A	B	C	k'	D		
Acapulco	0														
Puerto Marqués	8.7 1 10618	90.6	3.3	3.1	1.7	0.2	0.1	1	91	3	6	0.083			
Puerto Marqués	8.7 3 7070	94.9	1	1.5	1.5	0.1		1	95	1	4	0.082	0.5		
T. der. Los Amates	14.9 3 5320														
Aeropuerto	16.2 1														
Vehículos por día en el aeropuerto		5049	53	80	80	5	0	53	5054	53	213				
Volumen de Proyecto en hora crítica	Número máximo de vehículos por hora	=	436												
	Número máximo de vehículos por hora por tipo		414	4	7	7	0	0	4	414	4	17			

Año: 1995		En Porcentaje								Resumen					
Lugar de Aforo:	km TE TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	Otros	A	B	C	k'	D		
Acapulco	0														
Puerto Marqués	8.7 1 10777														
Puerto Marqués	8.7 3 7180														
T. der. Los Amates	14.9 3 5400														
Aeropuerto	16.2														
Vehículos por día en el aeropuerto		5125	54	81	81	5	0	54	5130	54	216				
Volumen de Proyecto en hora crítica	Número máximo de vehículos por hora	=	443												
	Número máximo de vehículos por hora por tipo		420	4	7	7	0	0	4	421	4	18			

- NOTAS:**
- 1.- Los vehículos por día se obtuvieron de multiplicar el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) a la salida de T. der. Los Amates y los porcentajes de los tipos de vehículos obtenidos de los aforos.
 - 2.- El número máximo de vehículos por hora se obtiene de multiplicar el TDPA por el factor k'
 - 3.- El número máximo de vehículos por hora por tipo se obtuvo aplicando al valor obtenido en el punto anterior los porcentajes en que se tiene la distribución de vehículos.
 - 4.- Para 1995, se utilizó la composición vehicular obtenida del aforo de 1994.
 - 5.- En la tabla A: automóvil; B: autobús; C2 y C3: camiones unitarios de 2 y 3 ejes; T3S2, T3S3: tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 y 3 ejes.
 - 6.- En el resumen se concentran los valores de A: automóviles; B: autobuses y C: camiones

Tabla No.12. Composición y Volumen Vehicular para los años 1992, 1994 y 1995.

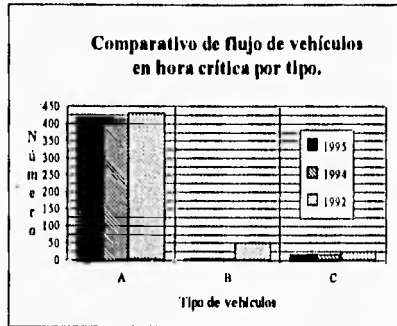


Fig.No.41.

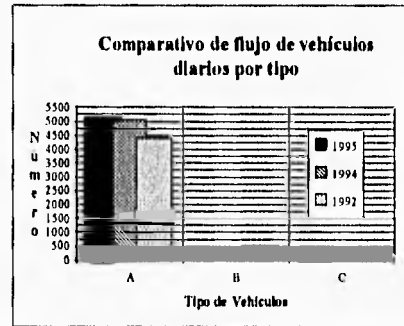


Fig.No.42.

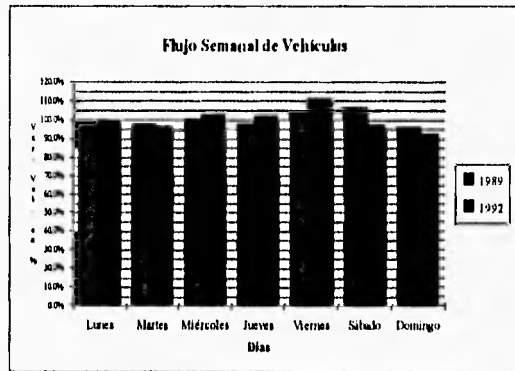


Fig.No.43.

5.2.1 Zonas Generadoras de Pasajeros.

El puerto de Acapulco es una ciudad cuya principal actividad económica es el turismo. Esto se refleja verazmente en su aeropuerto: este es de tipo turístico por que sus principales usuarios son los turistas. Se habla de que alrededor del 90% de los usuarios son turistas.

En vista de lo anterior, las principales zonas generadoras y receptoras de usuarios del aeropuerto son las zonas hoteleras. En Acapulco se han identificado, por el tipo de instalaciones y servicios que se ofrecen, tres zonas hoteleras: Acapulco Tradicional, Acapulco Dorado y Acapulco Diamante.

5.2.1.1 Acapulco Tradicional.

Esta constituido por la parte "vieja" de la ciudad, donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población y que, por lo mismo, requiere la mayor cantidad de servicios para satisfacer las necesidades de sus habitantes. En esta zona se encuentran los hoteles más económicos que son de menos de cuatro estrellas. Tomando en cuenta lo anterior, la capacidad económica de los turistas indica que es poco probable que utilicen el transporte aéreo y por ello no se considera una zona generadora importante.

5.2.1.2 Acapulco Dorado.

Esta zona se encuentra conformada por altas torres hoteleras, conjuntos de condominios, equipamiento de recreación (bares, restaurantes, discotecas, centros de recreación, etc.) y comercios turísticos. En esta zona se encuentran hoteles de cuatro y cinco estrellas. Tomando como indicador de la capacidad económica de los turistas el costo de los hoteles, podemos considerar que estos turistas están en posición de utilizar el transporte aéreo. Además de lo anterior, actualmente esta zona hotelera es la más grande y más demandada. Por lo anterior, esta zona se considera una zona generadora de pasajeros importante. Sin embargo, se espera que con la construcción de la Carretera del Sol esta zona reciba principalmente turistas del centro del país que lleguen en automóvil.

5.2.1.3 Acapulco Diamante.

Esta zona se considera como el desarrollo a futuro de la Cd. de Acapulco en cuanto a hoteles de gran turismo. Actualmente ya se encuentran en esta zona hoteles tales como: "Las Brisas", "Princess" y "Pierre Marqués". En esta zona, los visitantes serán claramente de gran capacidad económica, principalmente extranjeros. En vista de lo anterior, la gran mayoría llegará al puerto utilizando el transporte aéreo. Esta zona a futuro, será la principal zona generadora y receptora de pasajeros.

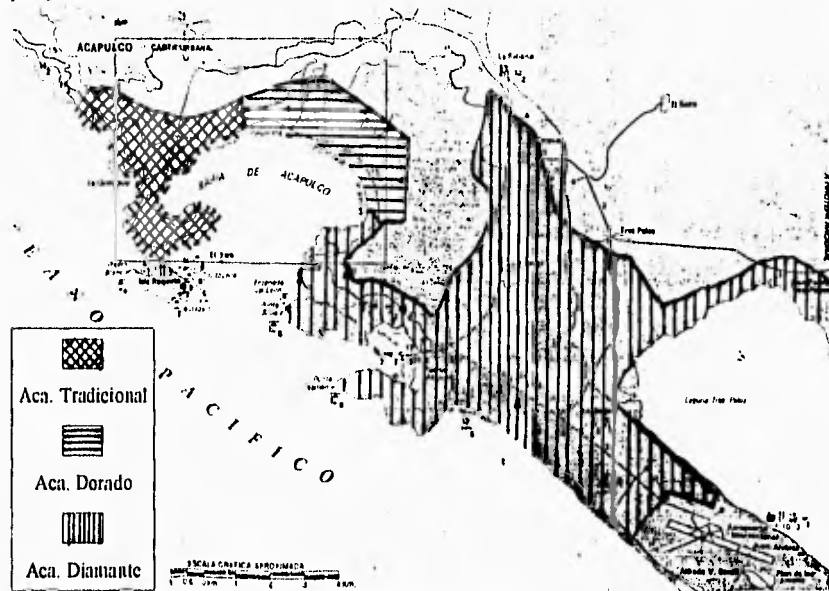


Fig No.44. Principales Zonas Generadoras de Pasajeros.

5.2.2 Plan Director de Desarrollo Urbano de Acapulco.

En 1980 fue emitido este plan cuya finalidad es resolver problemas actuales en ese momento y regular y encauzar el crecimiento de la Ciudad hacia ciertos objetivos establecidos. Como es el desarrollo en las zonas arriba mencionadas, junto con sus características señaladas.

Debido a que la situación económica cambió, fue necesario revisar y actualizar este plan en 1988. Como consecuencia se elaboró otro Plan de Desarrollo Urbano.

Este nuevo plan tiene por objeto lograr el desarrollo equilibrado e integral de las actividades turísticas, reordenar el crecimiento urbano hacia zonas aptas para cada una de las actividades que se desarrollan en la ciudad y proteger el medio ambiente pues es pieza fundamental para seguir siendo un centro de atracción turística. Todo esto contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y a su desarrollo económico.

Además, este plan propició que en 1990 se emitiera el Plan de Renovación Turística de Acapulco que tiene como finalidad mejorar la calidad del transporte urbano, regular y controlar el número de vendedores ambulantes, etc. También se implantó el Programa de Ecología y Turismo de Acapulco que incluye: la Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Medio Ambiente y la Ley de Protección a los Animales. Como parte de este programa se construyeron tres plantas de tratamiento de aguas residuales y se han evitado asentamientos irregulares en el Parque Nacional "El Veladero". También dentro de este plan se establecen las bases para el crecimiento de las zonas turísticas arriba mencionadas, así como el aseguramiento de sus características.

Sin embargo, el futuro de este proyecto depende de que las normas se apliquen rigurosamente.

5.2.3 Vías de Acceso.

En los recorridos que hice de y hacia el aeropuerto, la fase más crítica (más lenta) es la que corresponde a la Ciudad. En el caso estudiado, la distancia entre el aeropuerto y un hotel en particular era de 20 km. aproximadamente por la vía de la costera. Esta ruta puede dividirse en cuatro fases: la fase urbana (zona hotelera hasta la base naval, es decir: la Av. Costera Miguel Alemán), fase de montaña (de la zona naval a el distribuidor hacia Puerto Marqués y Pinotepa Nacional, es decir: la Carretera Escénica), fase de planicie (entre el distribuidor y el camino de acceso al aeropuerto: Boulevard de las Naciones) y la fase de acceso (el camino dentro de los límites del aeropuerto). El viaje tardaba alrededor de 25 minutos, de los cuáles más de la mitad corresponde al trayecto entre el hotel y la zona naval ubicada en los límites de la ciudad.

La otra ruta es poco práctica, consiste en tomar el ramal de la Autopista del Sol que se une con la carretera que va al aeropuerto. Si el pasajero está en la zona hotelera el recorrido total es mayor y también el recorrido urbano. Al ser el trayecto en la ciudad mayor, el tiempo de viaje es consecuentemente mayor.

5.2.3.1 La Avenida Costera.

Cuenta con cuatro carriles en ambos sentidos y un camellón central. El carril de extrema derecha de cada sentido se utiliza para ascenso y descenso de personas de automóviles y autobuses y para paradas cortas de vehículos de reparto de mercancías. Esto último no está permitido pero aun así se hace.

El problema que hay en la Av. Costera es que los semáforos no están sincronizados. Hay ocasiones en que se avanza sólo una cuadra antes de parar por que el semáforo cambió. Esto podría deberse a que se busque mantener velocidades relativamente bajas. De momento el recorrido no es excesivamente largo, sobre todo considerando que la mayoría de los pasajeros son turistas con pocas presiones de tiempo. Si en un futuro se considera este problema más importante que la razón que justifica que se busque mantener una velocidad baja, se deberá sincronizarlos. Además, la baja velocidad y paradas y arranques frecuentes provoca contaminación.

Otro problema que hay en la Ciudad es que cuenta con pocas calles paralelas a la Av. Costera, con su capacidad y fluidez, por lo que circulan por esta avenida más vehículos de los que deberían en caso de haber vías alternas. Esto provoca saturación y poca fluidez en el tránsito de los vehículos.

5.2.3.2 La Carretera Escénica.

Tiene dos carriles de ascenso y uno de descenso sin camellón central. En algunos tramos críticos se tienen dos carriles de ascenso y dos de descenso. También hay camellones pintados en la carpeta asfáltica para dar vuelta pasando por el carril o los carriles en sentido contrario. El límite de velocidad es de 60 km/h.

Pensando a futuro se tiene el problema de que si es necesario aumentar la capacidad de la Carretera Escénica se tienen que realizar obras muy caras y complicadas. Esto se debe a la topografía y al trazo de la carretera, pues se tendrían que hacer cortes y rellenos en ambos lados de la misma. Además, en estos momentos ambos lados se encuentran ocupados por hoteles, restaurantes, centros nocturnos, condominios y viviendas.

5.2.3.3 El Boulevard de las Naciones.

Está integrada por dos carriles en cada sentido y un camellón central, además de amplios acotamientos. También tiene ampliaciones en los camellones para permitir la vuelta hacia la izquierda (cruzando los carriles de flujo opuesto) y no causar problemas al carril de alta velocidad.

Este tramo se encuentra de momento muy desahogado. Sin embargo, también se encuentran ocupados los costados de la carretera por comercios, desarrollos turísticos (hoteles, condominios, villas, etc.) y viviendas. Por lo que a futuro su ampliación a más de dos carriles adicionales de cada lado se encuentra comprometida (los amplios acotamientos y banquetas permitirían la ampliación, con otro carril adicional de cada lado). A futuro, el volumen de vehículos que esta zona pudiera aportar podría incrementarse considerablemente impidiendo el libre acceso al aeropuerto pues las vías de acceso al aeropuerto estarían congestionadas por el tránsito de la zona.

5.2.3.4 El Camino de Acceso.

El camino de acceso tiene un carril en cada sentido sin camellón. Esto es suficiente pues en teoría el flujo no se debe detener. Sin embargo, sí hay casas y calles que dan a el camino.

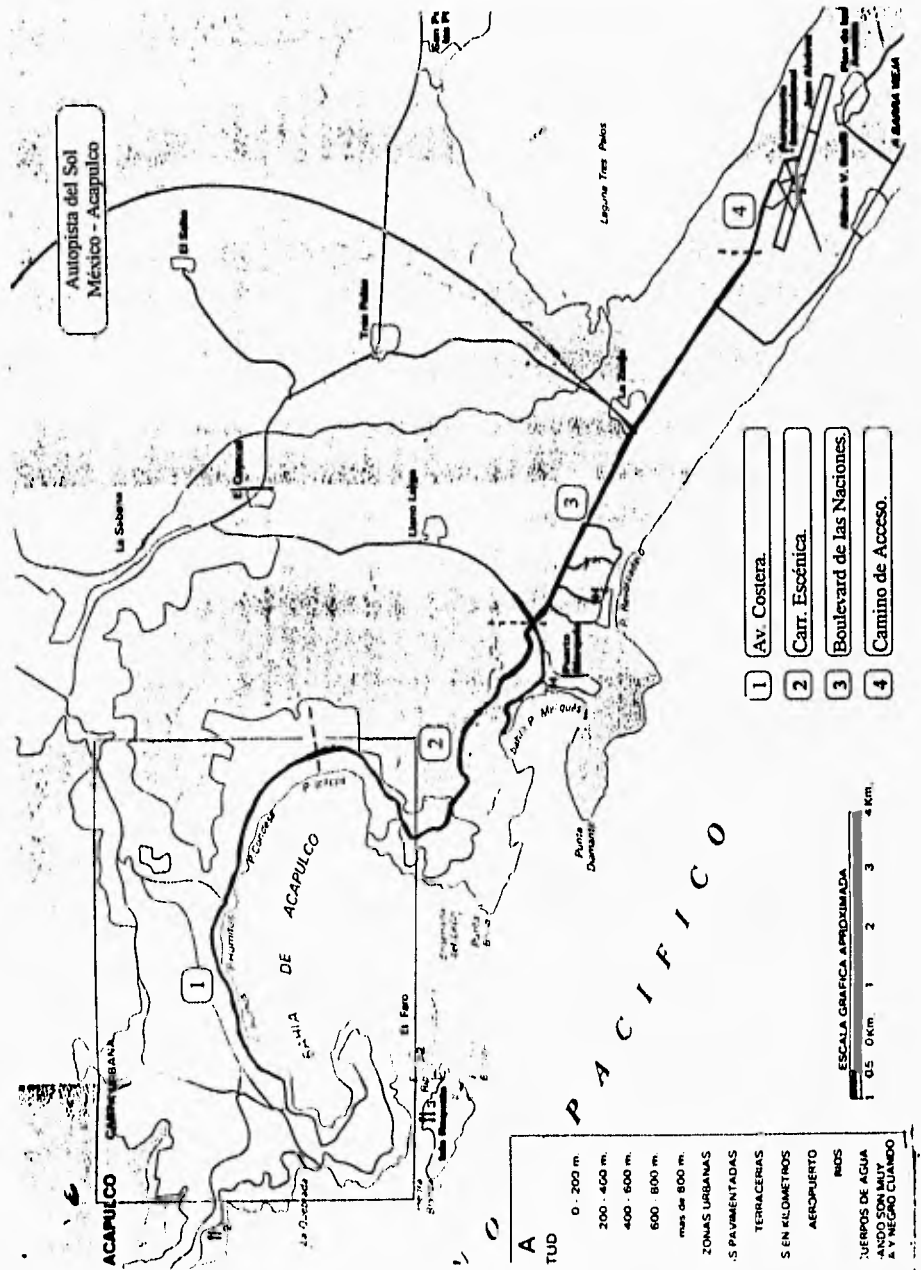


Fig.No.45. Vías de Acceso al Aeropuerto.

5.3 El Aeropuerto Internacional de Acapulco.

5.3.1 Antecedentes

El Puerto de Acapulco cuenta con transportación aérea desde 1933, una pista operaba en lo que ahora es Playa de Hornos. Posteriormente, la aviación operó en el poblado de Pic de la Cuesta en lo que hoy es la base aérea militar.

En 1954, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, construyó las instalaciones aeroportuarias en el poblado de Plan de los Amates, mismas que permitieron atender aviones del tipo DC-6. Dichas instalaciones integran en la actualidad el Edificio de Aviación General, su Plataforma y la pista 06-24; manteniendo esta última las mismas dimensiones y era la única con que contaba el aeropuerto.

Posteriormente se llevó a cabo la construcción del actual edificio de Aviación Comercial y se hicieron las adaptaciones necesarias para que el aeropuerto de Acapulco operara como aeropuerto de destino y posteriormente como alterno del aeropuerto de la Cd. de México. El hecho de que se considerara como alterno del aeropuerto de la Cd. de México implicaba que contara con instalaciones similares a este, pues iban a operar las mismas aeronaves. Como parte de estas adecuaciones se construyó la pista 10-28 como pista principal, con las dimensiones que tiene en la actualidad. Si bien esta pista cubría menos porcentaje de vientos (99% de la 06-24 contra 96% de la 10-28), ofrecía mayor capacidad para futuras ampliaciones; además no impedía que continuaran las operaciones del aeropuerto en aquel momento.

El 30 de abril de 1966 se entregaron las instalaciones a Aeropuertos y Servicios Auxiliares (A.S.A.), organismo que desde entonces se encarga de su operación y administración.

5.3.2 Características.

El nombre oficial del aeropuerto es " Gral. Juan N. Alvarez". Está clasificado de acuerdo a la longitud de su pista principal como internacional de largo alcance, de tipo turístico por la zona en donde se localiza. Se considera de Sexta Categoría, debido al equipo con que cuenta para el rescate y extinción de incendios pues tiene capacidad de solventar siniestros, en caso de ser necesario, para aviones del tipo B 747-400, que es el avión de mayor fuselaje que opera en el aeropuerto.

Debido a que su pista principal es mayor a los 1,800 metros de longitud y por que en ella pueden operar aeronaves de más de 52 metros de envergadura y hasta 14 metros de ancho del tren de aterrizaje principal, el aeropuerto se cataloga como 4E. Además ofrece la posibilidad de realizar vuelos por instrumentos (Instrumental Flight Rules) y por medio visual (Visual Flighth Rules) a todo tipo de aeronaves.

El aeropuerto ocupa una superficie de 448.5 hectáreas a una altura de 5.50 metros sobre el nivel del mar.

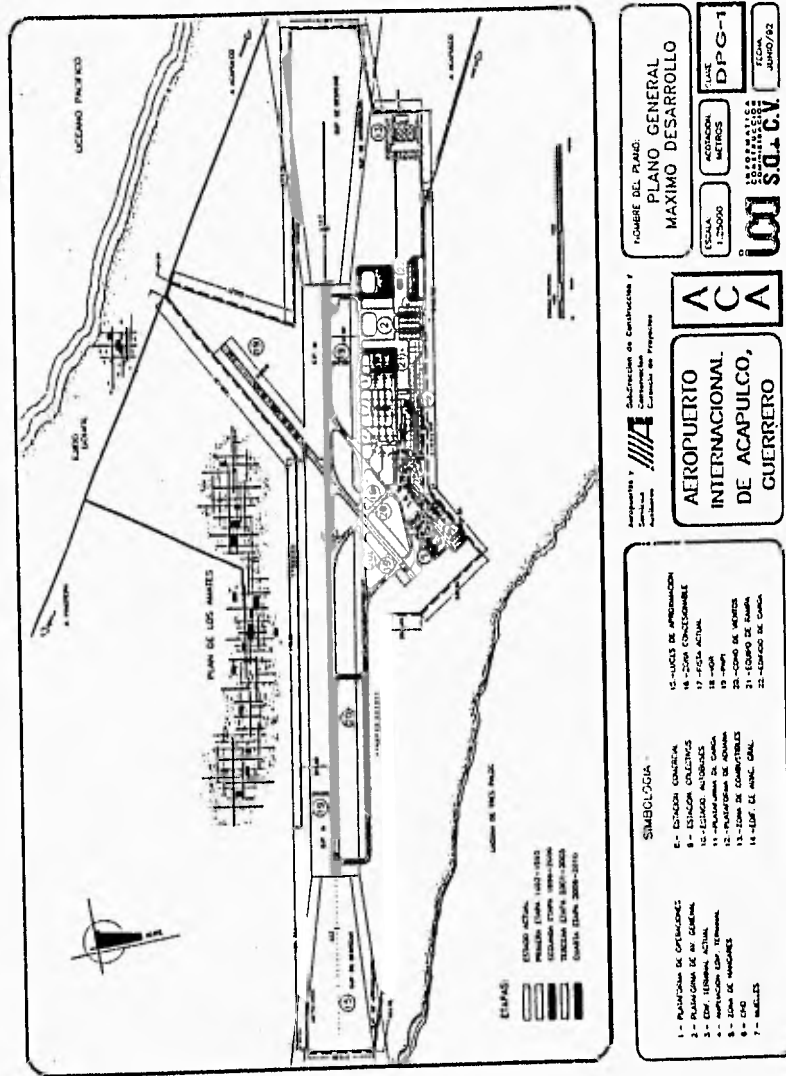


Fig.No.46. Plano General del Aeropuerto Internacional de Acapulco.

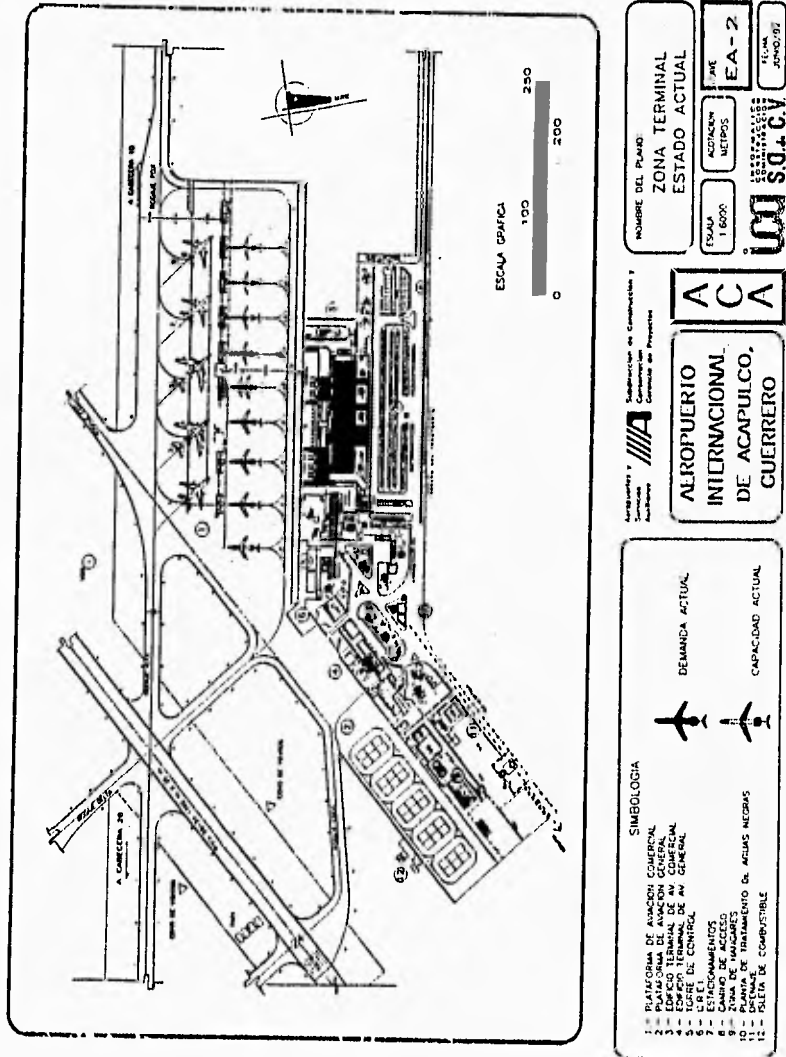


Fig.No.47. Planta de Conjunto del Aeropuerto Internacional de Acapulco.

5.4 Zona Aeronáutica.

Dentro de esta zona se realizan las actividades de despegue, aterrizaje y rodaje de las aeronaves. La integran las pistas, las calles de rodaje y las plataformas de Aviación Comercial y General. Debido a que el espacio aéreo contiene las rutas de aproximación y ascenso, para el campo aéreo tiene un importante efecto en la utilización de las pistas, por lo que se acostumbra incluirlo en la zona aérea.

5.4.1 Espacio Aéreo.

En base a las aerovías en operación, diez de llegada y cuatro de salida, las trayectorias actuales de aterrizaje y despegue se realizan sin mayor complicación, ya que no existen obstáculos naturales que las obstruyan. En cuanto a nieblas, estas sólo se presentan en el mes de enero y nunca rebasan los mínimos permisibles de visibilidad.

5.4.2 Pistas.

Cuenta con dos pistas con pavimento rígido de concreto de cemento Portland.

La pista principal tiene 3,300 metros de longitud y 45 metros de ancho con una designación 10-28. Esta designación la recibe porque se encuentra orientada con un azimut 100 y 280. El porcentaje total de vientos Directos Cubiertos es de 49.90%. El 80% de las operaciones se realizan por la cabecera 28 y el resto por la 10.

La pista secundaria es transversal y tiene una designación 06-24. Tiene una longitud de 1,700 metros de longitud por 35 metros de ancho. La pendiente longitudinal de ambas pistas varía de +0.10 a -0.10%.

De acuerdo a la configuración del sistema pistas - rodajes, es posible atender en las horas de máxima demanda del orden de 38 operaciones por hora, siendo como se indicó la pista 28 la más utilizada.

Tabla No.13. Operaciones Horarias.

Año	Comercial	Av.	Av.	Total Combinado
		Regional	General	
1995*	11	5	14	18
2000	13	6	16	21
2005	14	7	18	23

* Máximos frecuentes reales.

5.4.3 Calles de Rodaje.

El sistema de pistas está complementado por seis calles de rodaje para el desalojo y acceso desde y hacia las pistas, todos ellas de concreto hidráulico. A continuación se presentan:

Tabla No.14. Características de las calles de rodaje.

Rodaje	Dimensiones		Observaciones
	Longitud (m.)	Ancho (m.)	
Alfa	2,390	23	paralelo a la pista principal
Bravo	180	23	
Charlie	550	23	
Delta	420	23	
Eco	250	23	
Fox	700	23	

Todas las calles de rodaje cuentan con luces de borde, señalamiento horizontal y vertical.

5.4.4 Plataforma de Aviación Comercial.

La plataforma está construida, al igual que el resto del sistema, de concreto hidráulico, de forma irregular con una superficie de 116,300 m².

Tiene una capacidad para estacionar 15 aeronaves simultáneas:

- 10 B-727 / 200
- 3 DC-10
- 2 B-747 / 400

Dentro de la plataforma existen áreas de 200 m² cada una, destinadas al estacionamiento de equipo de rampa de las empresas de servicios de tierra (que más adelante se describen con más detalle en el punto 5.7.2), y de algunas líneas aéreas como TAESA por ejemplo.

Para el suministro de combustible se cuenta con 18 hidrantes que surten a 13 de las 15 posiciones con que se cuenta. De estas 13 posiciones hay 5 que tienen hidrantes dobles, al resto de las posiciones se les abastece por medio de carros tanque.

5.4.5 Plataforma de Aviación General.

Las dimensiones de esta plataforma son 400 metros de longitud por 80 metros de ancho, que dan un área de 40,000m². Cuenta con 30 lugares para el estacionamiento simultáneo de las aeronaves que pernoctan. Hay ocasiones en que esta capacidad es rebasada y el exceso de las aeronaves pernoctan en la plataforma de aviación comercial en el extremo cercano a la cabecera 10. Parte de su área es de concreto hidráulico (13,500 m²) y otra de concreto asfáltico (26,500 m²). Dentro de la primera área es donde se realiza el ascenso y descenso de pasajeros por parte de la aviación general, pues se encuentra enfrente del Edificio de Pasajeros correspondiente.

En el borde de la plataforma más cercano al rodaje Charlie se encuentra localizada una isleta de combustibles con dos tanques de 50 mil litros cada uno de gas - avión 100/130, con bombas estacionarias para el suministro de combustible.

Tabla No.15. Posiciones Simultáneas Comerciales.

Año	Núm. de Posic.	Tipo de Avión
1995*	9	4 B-727
		2 MD-80
		1 L-1011
		1 A--320
		1 B-737
2000	11	4 B-757
		2 MD-80
		1 L-1011
		2 A--320
		2 B-737
2005	14	4 B-757
		3 MD-80
		2 L-1011
		3 A--320
		2 B-737

* Máximos frecuentes reales.

Tabla No.16. Posiciones Simultáneas.
(Av.Reg. + Av.Gral.)

Año	Posiciones
1995	17
2000	22
2005	27

Capacidad actual 30 posiciones

5.5 Edificio de Pasajeros de Aviación Comercial.

Para los usuarios, este es el elemento de mayor importancia dentro del aeropuerto pues es en el donde se realiza el intercambio entre modos de transporte en ambos sentidos.

El edificio de pasajeros, para realizar todas las actividades necesarias para la operación, está construido en cinco niveles, que son los siguientes:

Tabla No.17. Niveles y Actividades del Edificio de Pasajeros.

Nivel	Altura (m)	Actividades que se realizan
Sótano	-0.50	Manejo y selección de equipaje.
Planta Baja	+0.40	Vestíbulo, documentación nacional e internacional, entrega de equipaje nacional e internacional, aduana, bodega aduanal, migración en la sala de entrega de equipaje internacional, oficinas de apoyo de compañías aéreas, concesiones.
Planta Intermedia	+2.90	Salas de última espera (SUA) nacional e internacional, concesiones dentro de las SUA.
Planta Media Alta	+4.90	Oficinas de autoridades aeroportuarias, Duty Free, Restaurante, concesiones, una sección de la SUA internacional, equipo de revisión de pasajeros y equipaje (ERPE) nacional e internacional y migración para los pasajeros internacionales.
Planta Alta	+6.25	Oficinas de las líneas aéreas nacionales, administración, salones VIP, control de operaciones, concesiones, bar y la Central Telefónica.

5.5.1 Flujos y Elementos Funcionales.

Dentro del aeropuerto se tienen los siguientes flujos: Llegadas Nacionales e Internacionales y Salidas Nacionales e Internacionales.

El aeropuerto está subdividido según el tipo de flujo en los siguientes elementos:

Tabla No.18. Flujos de Llegadas Nacional e Internacional.

Elemento \ Flujo	Llegada Nacional	Llegada Internacional
Pasajeros		
Revisión de Migración.	-	x
Inspección de Sanidad.	-	x
Salas de entrega de equipaje.	Nacional	Internacional
Revisión de Aduana.	-	x
Vestibulo.	x	x
Acera.	Nacional	Internacional
Calles de acceso.	x	x
Equipaje		
Descarga del avión.	x	x
Transporte al Edificio de Pasajeros.	x	x
Bandas Móviles.	Nacional	Internacional
Inspección Fiscal.	-	x
Auxiliares		
Circulaciones.	x	x
Concesiones.	x	x
Sanitarios.	x	x
Teléfonos, Telégrafos y Corrcos.	x	x

x = cuenta con ese elemento

- = no cuenta con ese elemento

5.5.1 Flujos y Elementos Funcionales.

Dentro del aeropuerto se tienen los siguientes flujos: Llegadas Nacionales e Internacionales y Salidas Nacionales e Internacionales.

El aeropuerto está subdividido según el tipo de flujo en los siguientes elementos:

Tabla No.18. Flujos de Llegadas Nacional e Internacional.

Elemento \ Flujo	Llegada Nacional	Llegada Internacional
Pasajeros		
Revisión de Migración.	-	x
Inspección de Sanidad.	-	x
Salas de entrega de equipaje.	Nacional	Internacional
Revisión de Aduana.	-	x
Vestíbulo.	x	x
Acera.	Nacional	Internacional
Calles de acceso.	x	x
Equipaje		
Descarga del avión.	x	x
Transporte al Edificio de Pasajeros.	x	x
Bandas Móviles.	Nacional	Internacional
Inspección Fiscal.	-	x
Auxiliares		
Circulaciones.	x	x
Concesiones.	x	x
Sanitarios.	x	x
Teléfonos, Telégrafos y Correos.	x	x

x = cuenta con ese elemento
 - = no cuenta con ese elemento

Tabla No.19. Flujos de Salidas Nacional e Internacional.

Elemento \ Flujo	Salida Nacional	Salida Internacional
Pasajeros		
Calles de acceso.	x	x
Acera.	Nacional	Internacional
Vestibulo.	x	x
Documentación.	x	x
Recepción de equipaje.	x	x
Revisión de Seguridad.	x	x
Revisión de Migración.	-	x
Salas de Ultima Espera.	Nacional	Internacional
Equipaje		
Recepción.	x	x
Bandas Móviles.	x	x
Transporte al avión.	x	x
Carga a la bodega del avión.	x	x
Auxiliares		
Circulaciones.	x	x
Duty Free	-	x
Concesiones.	x	x
Sanitarios.	x	x
Teléfonos, Telégrafos y Correos.	x	x

5.5.2 Capacidad de los elementos.

Tabla No.20. Pasajeros Horarios.

Año	Nacional			Internacional			Charter			Total Comb.
	Llegadas	Salidas	Combinado	Llegadas	Salidas	Combinado	Llegadas	Salidas	Combinado	
1995*	335	350	525	390	370	560	600	615	1190	1450
2000	440	460	690	570	540	820	770	785	1520	1800
2005	575	600	900	840	790	1200	980	1000	1940	2250

* Máximos frecuentes reales.

5.5.2.1 Documentación.

Según lo reportado por A.S.A. en el Plan Maestro de 1992, para la documentación se tiene una capacidad de 716 pasajeros por hora con 31 mostradores para atenderlos. ASA también reporta que se tienen para 1995, 350 pasajeros horarios nacionales. En vista de lo anterior, según estos valores este elemento se encuentra desahogado la mayor parte del tiempo.

En el caso de la documentación internacional, ASA reporta una capacidad de 796 pasajeros por hora y cuenta con 33 mostradores para su atención. Para 1995, ASA considera que hubo 370 pasajeros por hora.

Tabla No.21. Comparación Capacidad de Documentación contra la Demanda en 1995.

	Capacidad (pas/hr)	1995 (pas/hr)
Nacional	716	350
Internacional	796	370

5.5.2.2 *Revisión de Seguridad.*

La revisión de seguridad nacional se realiza en el nivel +4.90. Para llevarla a cabo se cuenta con un arco detector de metales y un equipo de rayos "X". Según el Plan Maestro, este elemento tiene una capacidad de 33 pas/hr.

Para la revisión de seguridad internacional, que también se realiza en el nivel +4.90, se tiene un arco detector de metales y un equipo de rayos "X". Según ASA, este elemento tiene una capacidad de 107 pas/hr.

Tabla No.22. Comparación Capacidad de Revisión de Seguridad contra la Demanda en 1995.

	Capacidad (pas/hr)	1995 (pas/hr)
Nacional	33	350
Internacional	107	370

5.5.2.3 *Salas de Ultima Espera.*

La Sala de Ultima Espera (SUA) nacional tiene capacidad para 648 pasajeros por hora y la SUA internacional tiene capacidad para 1,730 pasajeros por hora.

En la sala de última espera internacional se cuenta con el espacio suficiente como para dotarla de más asientos. El nivel de servicio en esta sala debería ser lo más alto posible pues es una de las últimas impresiones que se lleva el turista de nuestro país.

5.6 Zona Terrestre.

Esta zona se encuentra localizado a la altura del último tercio de la pista principal, cerca de la cabecera 10. Esto se debe a que se trata de localizar el edificio y la plataforma de manera que se disminuya el recorrido de las aeronaves desde la cabecera 10 y de las salidas de la pista.

La zona terrestre es esencialmente, la parte del aeropuerto destinada al transporte terrestre. Empieza con la acera del edificio e incluye calles, estacionamientos y, en algunos casos, vías de sistemas tránsito rápido y sus estaciones, que son parte de un sistema urbano de tránsito. Normalmente, solo las calles y los elementos de transporte que están dentro de la propiedad del aeropuerto son consideradas parte de la zona terrestre, aunque de hecho ellas sean extensiones del sistema de transporte urbano y regional.

5.6.1 Capacidad de los elementos.

5.6.1.1 La Acera.

Las dimensiones de la banqueta son las siguientes: para el flujo nacional se tienen 62.5 m de longitud mientras que para el flujo internacional es de 69.0 m.

En el aeropuerto se observa que en muchas ocasiones la capacidad de este elemento es rebasada. Este fenómeno se presenta especialmente cuando se trata del ascenso y descenso de pasajeros de autobuses. Estos ocupan mayor longitud de la acera que los automóviles y tardan más en realizar ambas maniobras. Además de esto, lo más frecuente es que los autobuses estén contratados por agencias de viajes y no es raro tener un grupo de más de dos autobuses.

El tiempo para el descenso de pasajeros y descarga de su equipaje de un autobús lleno es de aproximadamente diez minutos y para el ascenso de pasajeros y carga de su equipaje es de 30 minutos. Para el ascenso, a diferencia del descenso, los pasajeros no están concentrados en un sólo lugar sino dispersos en el edificio utilizando los sanitarios o las concesiones (por ejemplo) y esto hace que el ascenso tome más tiempo.

Quizás parte del problema radica en que no se controla estrictamente el uso de la acera, especialmente cuando esta se llena. Hay ocasiones en que se tiene una cola de autobuses esperando lugar en la acera. Los autobuses cuentan con estacionamientos a ambos lados de la acera que pueden y de hecho se utilizan, aunque poco, para el ascenso y descenso de pasajeros así como la carga y descarga de equipaje.

Otro problema es que parte de la acera del lado del acceso está ocupada permanentemente por vehículos que prestan los servicios de transporte terrestre, esto reduce la longitud destinada a los pasajeros nacionales. En la acera hay una persona con un radio portátil que notifica a los choferes que servicio le corresponde. Los vehículos se encuentran formados a lo largo de la parte de acera mencionada y esta fila se extiende al estacionamiento de autobuses del lado de los vuelos nacionales. Una solución consistiría en que esta persona podría llamar a otra persona ubicada dentro del estacionamiento de colectivos en el que podrían estar formados los vehículos dentro de los espacios en espera de que los llamen. En lugar de estar formados en línea podrían estarlo por medio de números asignados conforme arriven, mismos que les entregaría el responsable del radio portátil dentro del estacionamiento de colectivos.

Si utilizando los estacionamiento laterales de autobuses, la capacidad de la acera es rebasada debido al número de estos, se podría utilizar la parte más cercana del estacionamiento de aviación comercial para la operación de los mismos. Esto basándose en el hecho de que la gran mayoría de los pasajeros se desplaza utilizando autobuses, taxis y colectivos.

Es necesario hacer notar que la mayoría de los problemas arriba mencionados se presentan dentro de la hora crítica de operaciones del aeropuerto y además cuando se tienen varios vuelos charter programados. Las soluciones mencionadas no afectan para nada la operación del aeropuerto cuando la afluencia es mínima y si optimiza su operación en todo momento. También hay que hacer resaltar que las observaciones sólo son puntuales y por lo tanto no son tan representativas como la magnitud del problema requeriría.

5.6.1.2 Estacionamientos.

Actualmente el aeropuerto cuenta con 9 estacionamientos para diferentes usos.

El estacionamiento de pasajeros de aviación comercial se encuentra enfrente del edificio. También se utiliza para los automóviles de renta y público en general. Durante la visita al aeropuerto se observó que este estacionamiento cuenta con suficiente capacidad, sin embargo, esta se realizó durante la temporada baja para vuelos regulares y alta para los no regulares.

El estacionamiento de aviación general se encuentra enfrente del edificio del mismo nombre. Este estacionamiento también lo utilizan los empleados. No se pudo observar ningún problema.

El estacionamiento de empleados se ubica a un costado del estacionamiento de aviación comercial y se encuentra saturado. Algunos empleados se estacionan en los estacionamientos laterales que se encuentran en los costados del edificio de aviación comercial.

Para los autobuses se cuenta con dos estacionamientos ubicados a ambos lados del estacionamiento de aviación comercial. Como mencioné en el tema anterior, estos estacionamientos se utilizan muy poco provocando el congestionamiento de la acera. En cuanto a su capacidad, esta parece ser adecuada.

Para los vehículos de transportación terrestre se cuenta con un estacionamiento ubicado en el costado del estacionamiento de aviación comercial que está del lado del camino de acceso. Como se mencionó en el tema anterior, este estacionamiento no se utiliza como debiera.

Para los empleados del SENEAM se tiene un estacionamiento dentro de la zona restringida junto a la torre de control.

Tabla No.23. Lugares de Estacionamiento.

Estacionamiento	Superficie (m2)	Lugares
Aviación Comercial	12925	230
Aviación General	880	24
Empleados	1285	38
Laterales	2600	27
Autobuses	1826	65
Transp. Terrestre	363	16
SENEAM	450	15

Tabla No.24. Pronóstico de Lugares de Estacionamiento.

Año	Lugares
1995	290
2000	360
2005	450

Capacidad actual 518 lugares

5.6.1.3 El Sistema Vial del Aeropuerto.

No se observa ningún problema en este elemento.

5.6.1.4 El Camino de Acceso.

No se observa ningún problema en este elemento.

5.6.1.5 El Sistema Vial Urbano.

Al respecto se comentó en el punto 2 del presente capítulo. Sin embargo es importante resaltar la complementariedad que existe entre el Sistema de Vial del Aeropuerto y el Urbano. El problema del acceso al aeropuerto es responsabilidad de ambos sistemas por lo que la colaboración de las autoridades aeroportuarias, del administrador del aeropuerto y las autoridades municipales y estatales es muy imprescindible.

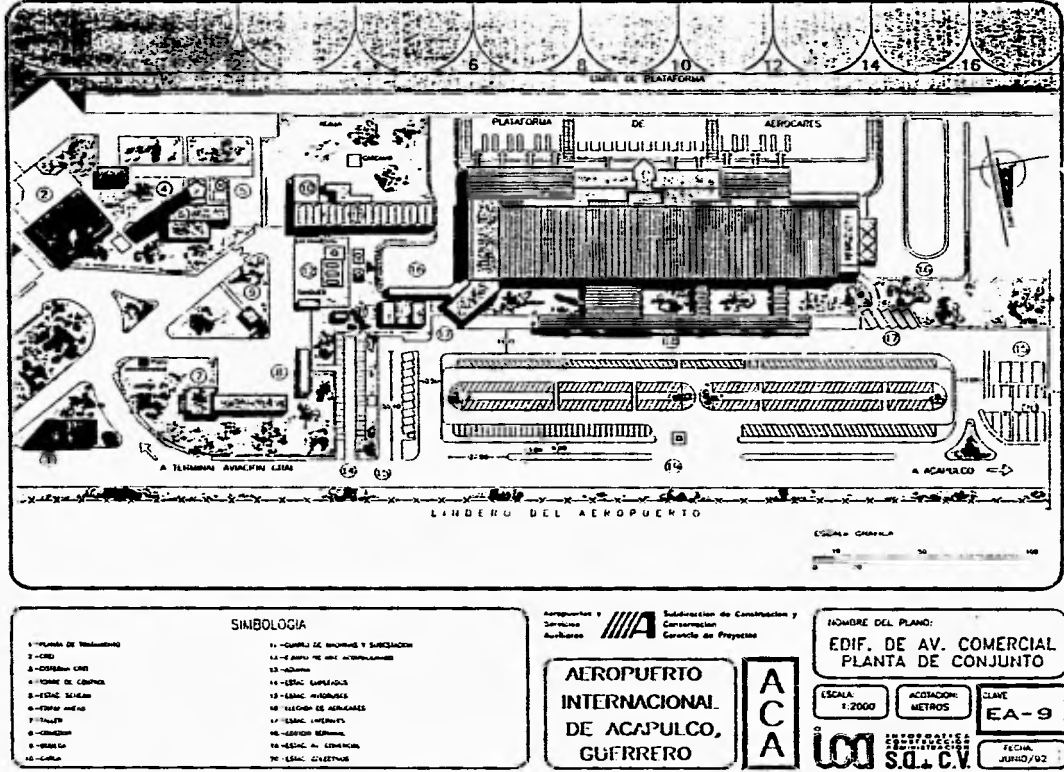


Fig. No. 48. Planta de Conjunto: Edificio de Aviación Comercial.

5.7 Empresas de Servicios en el Aeropuerto de Acapulco.

5.7.1 Líneas Aéreas.

En el aeropuerto de Acapulco operan líneas aéreas nacionales e internacionales de vuelos regulares y líneas internacionales de vuelos no regulares o de fletamento (Charter).

Entre las líneas aéreas nacionales se tienen a: Aeroméxico, Mexicana, Taesa y Aerocaribe. En cuanto a las líneas internacionales destacan: American Airlines, Delta Airlines y Continental Airlines en vuelos regulares. En vuelos no regulares se encuentran: Ltu, Canada 3000, Skay Service, Latsa, Ertransat, Canair, Rcih International, Northwest, Sun Country, Pacific International, United Erlaind.

A continuación se hará una breve comparación entre las aerolíneas. En el caso de las nacionales, se tomará como referencia el número de vuelos entre las ciudades de Acapulco y México. Para las internacionales se tomarán los vuelos que salen de la Ciudad de Acapulco.

Para el número de vuelos se usarán los itinerarios que distribuyen las líneas para la temporada de Abril a Junio de 1996.

5.7.1.1 AEROMEXICO.

Tiene 42 vuelos a la semana a la Cd. de México. El vuelo dura 35 min. pero se considera de 45 min. para despegue, aterrizaje, etc. Para ello utiliza los siguientes aviones:

Tipo	Pasajeros
DC-9	102
MD-88	137
MD-82	147

La ocupación de los vuelos ACA-MEX es la siguiente: Martes y Miércoles = 55-60%, Sábado, Domingo y Lunes = 95-100%. Mientras que la ocupación de MEX-ACA los Jueves, Viernes y Sábados es de 95-100%.

5.7.1.2 MEXICANA.

Realiza 36 vuelos por semana a la Cd. de México. Para ello utiliza los siguientes aviones:

Tipo	Pasajeros
Fokker 100	108
Airbus 320	156
Boeing 727	156

Todos los vuelos, tanto los que llegan como los que salen de ACA, pasan por MEX. En cuanto a la ocupación de los vuelos ACA-MEX tienen el 100% de ocupación los Domingos y Lunes.

Al ser vuelos muy cortos solo sirven como servicio de abordo bebidas. Los servicios de abordo se surten en México.

5.7.1.3 AMERICAN AIRLINES.

Tiene dos vuelos diarios a Chicago y a Dallas. Para ello utiliza aviones MD80 con 129 pasajeros.

5.7.1.4 CONTINENTAL AIRLINES.

Tiene un vuelo diario a Houston (excepto Jueves) con equipos 737-300 con una ocupación entre 80 y 90%.

5.7.1.5 DELTA AIRLINES.

Ofrece un vuelo diario a Los Angeles con equipo B727-200 con configuraciones de 12 de primera y 137 de turista o de 28 de primera y 91 de turista.

5.7.1.6 No Regulares.

En cuanto a las líneas aéreas de vuelos Charter, estas operan principalmente por temporada y lo hacen utilizando equipos de gran capacidad. La mayor concentración de estos vuelos se tienen los sábados. Los principales orígenes de vuelos son E.U. y Canadá.

A continuación se muestran unas gráficas en las que se presenta la distribución mensual para los años 1994 y 1995.

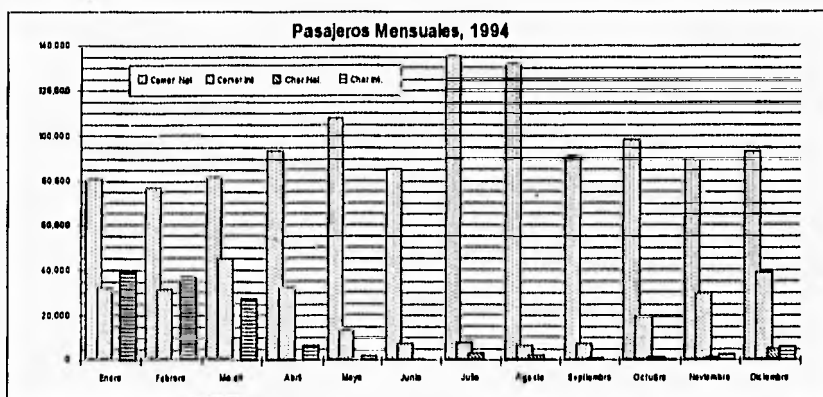


Fig.No.49.

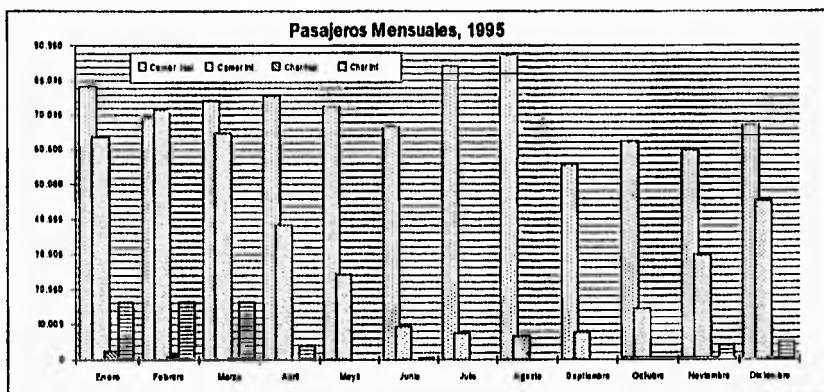


Fig.No.50.

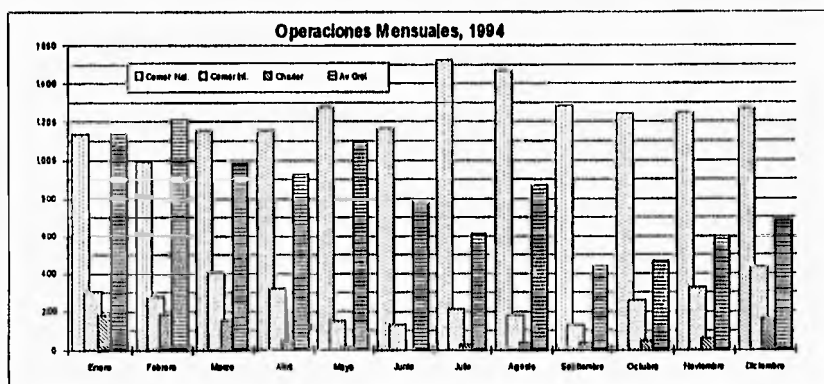


Fig.No.51.

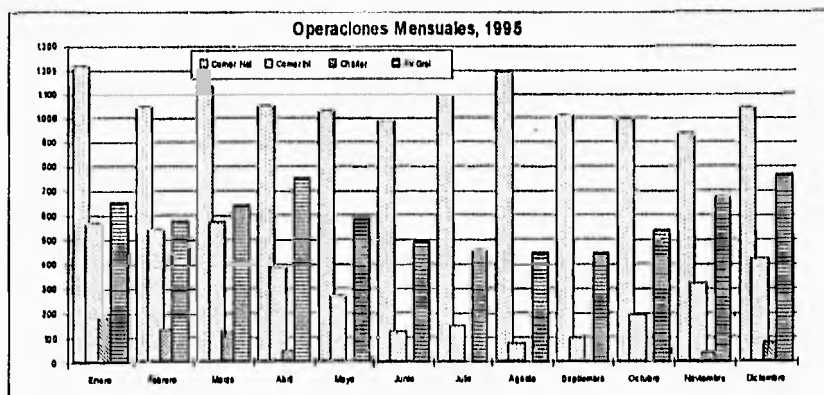


Fig.No.52.

5.7.2 Servicios de Apoyo Terrestre.

En muchas ocasiones, cuando el número de vuelos a algunos aeropuertos no es lo suficientemente grande para justificar el contar con equipos y personal propios de apoyo terrestre, se contrata a empresas de servicios de apoyo terrestre para que ellas realicen todas las operaciones de la carga y descarga de los aviones y la limpieza de los mismos. Estas compañías surgen respondiendo a la necesidad de las líneas aéreas de optimizar la utilización de sus recursos.

Entre los servicios de apoyo terrestre destacan los siguientes:

- 1.- Descarga: De equipaje, escaleras, basura, aguas negras y carga.
- 2.- Carga: De equipaje, carga, servicio de abordó.
- 3.- Limpieza: De cabina de pilotos, cabina de pasajeros, baños, etc.
- 4.- Compresor.
- 5.- Planta eléctrica.

En el aeropuerto operan tres compañías: SEAT, ETA y SEITSA.

5.7.3 Transportación Terrestre.

En el aeropuerto hay cuatro compañías que ofrecen dos servicios: colectivo o taxi. Para evitar conflictos entre las compañías se dispuso que exista un boleto único para cada uno de los servicios y así el servicio lo otorgan las compañías según el orden en que arribaron los vehículos.

El servicio colectivo cuesta \$ 32.00 y consiste en que los pasajeros son repartidos en los lugares que ellos deseen (hoteles o estaciones de autobuses) según sea el orden en que estos se encuentren.

Para el servicio de taxi, los principales destinos (los hoteles) se encuentran ubicados en cuatro zonas, según sea la distancia, estas son:

Tabla No.25. Zonas Receptoras para efectos de cobro de Servicios de Transportación Terrestre.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	Vidafel	Camino Real	Calinda	Ritz
H	Playamar	Brisas	Presidente	Maris
O	Princess	Sheraton	Torres Gemelas	Paraiso Acapulco
T	Pierre Márquez	Hyatt	Fiesta Americana	El Cid
E	H. Torrcblanca	Romano Days	Fiesta Tortuga	Do Brasil
L	Puerto Marqués	Palapa	Continental	Zócalo
E		Col. Costa Azul	Acapulco Plaza	Caleta
S		Copacabana	Club del Sol	
		Elcano		
Sedán	\$107	\$ 130	\$ 162	\$ 190
Suburban	\$130	\$ 162	\$ 190	\$ 190
Microbús	\$300	\$ 300	\$ 300	\$ 300

El taxi sedán es un Spirit o un Stratus para cuatro personas como máximo. La Suburban es para ocho personas máximo. El Microbús es para grupos de hasta catorce personas. También cuentan con Autobuses para grupos.

También ofrecen ambos servicios (taxi o colectivo) para regresar al Aeropuerto. Para ello los pasajeros tienen que solicitar el servicio (por teléfono o personalmente) un día antes para que pasen por ellos a su hotel. Las tarifas son las mismas para las zonas indicadas anteriormente.

Los tiempos aproximados a cada una de las zonas por tipo de servicio son las siguientes:

Tabla No.26. Tiempos aproximados a cada una de las zonas receptoras.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Taxi	10 min.	15 a 20 min.	25 a 30 min.	45 min.
Colectivo	10 min.	30 min.	40 min.	60 min.

Una desventaja que presenta el colectivo es que hasta que no se llene el vehículo no sale hacia los destinos. Si no se llena después de un vuelo, se espera hasta que llegue otro avión, cosa que en ocasiones tarda 45 min. o más.

Las compañías que operan estos servicios son: Shuttle Aeropuerto Acapulco, Móvil Aca, Servicios Terrestres Diamante y Transportación Turística de Pasajeros de las Costas del Pacífico- Aeropuerto.

5.7.4. Arrendadoras de Autos.

En estos momentos hay seis empresas que se dedican a la prestación de estos servicios. Estas son: Hertz, Quick, Betmec, Saad, Budget y Dollar. Sus mostradores se encuentran en la sala de entrega de equipaje nacional.

Sus vehículos están en el estacionamiento comercial, para ello cuentan con 12 lugares para cada una de las empresas.

Según los empleados de Hertz, en temporada se renta en total un promedio de 5 vehículos por avión. Su empresa maneja los siguientes vehículos: Neón, Stratus, Spirit, Concorde, VW Sedán, Tsuru, GEO Tracker y las camionetas Conbi, Voyager, Jeep.

5.7.5 Concesiones y Servicios.

En el aeropuerto se pueden encontrar comercios, restaurantes y barras de comida. De los primeros hay tiendas de artículos de artesanías, de plata, de piel, de ropa, entre otros. En cuanto a restaurantes está WING'S y el Bar Barón Rojo. En las barras de comida venden diferentes cosas como tortas, flautas, sandwiches, refrescos, cervezas, botanas, etc; también hay tiendas de helados. Hay oficinas de telégrafos y correo además de caja permanentes que ofrecen algunos servicios bancarios.

5.7.6 Servicios de Carga y Paquetería.

Los servicios de paquetería y de carga los ofrecen dos compañías, Aeromexpress y Tacsá. El volumen de carga no es muy grande y recibe más carga de la que sale.

5.7.6.1 Aeromexpress.

Esta es una compañía formada por Aeroméxico y Mexicana para transportar carga y paquetería en sus aviones.

La entrega de la paquetería y carga se puede hacer de tres maneras: en el aeropuerto, en su oficina del centro o a domicilio; el costo aumenta conforme a la distancia de entrega. La entrega a domicilio y el transporte a la oficina del centro lo hace otra compañía subcontratada que se llama Mensajería del Puerto. Para ello esta empresa cuenta con 2 pick-up y una combi. La entrega la hacen diario.

Tabla No.27. Carga manejada por Aeromexpress.

Carga	Volumen	Frecuencia	Observaciones
Ropa	2 tons.	diario	De llegada y salida.
Carne	4 tons.	semana	Llegada
Flores	300 kg.	diario	Llegada
Fruta congelada	-	diario	Llegada, no precisó vol
Paquetería	100 kg.	diario	

Elaborada con datos aproximados proporcionados por el personal.

5.7.6.2 Taesa.

Esta empresa no realiza entrega a domicilio, la carga tiene que ser recogida en su bodega del aeropuerto. Toda su carga viene de origen nacional por lo que no tienen que pasar aduana.

Tabla No.28. Carga manejada por Tacsá en temporada alta.

Carga	Volumen	Frecuencia	Observaciones
Ropa	-	-	No se precisaron datos
Carne congelada	0.5 tons.	cada 3 o 4 días	Llegada.
Mariscos	300 kg.	diario	Llegada.
Refacciones	-	-	No se precisaron datos
Loseta	-	-	No se precisaron datos
Calzado	-	-	Llega de Guadalajara
Jugos conc.	-	2 veces x sem.	No se precisó volumen

Elaborada con datos aproximados proporcionados por el personal.

5.7.7 Aviación Ejecutiva.

Esta es una empresa equivalente a las empresas de servicios de apoyo terrestre para las líneas comerciales pero en aviación general. Esta empresa presta entre otros los siguientes servicios: Plan de vuelo, suministro de combustible, limpieza, reparaciones, paga de servicios a ASA.

Conclusiones.

Durante el desarrollo de esta tesis, se ha analizado el problema del aumento del tiempo total de viaje desde el punto de vista del usuario del aeropuerto y considerando el viaje bajo el enfoque de puerta a puerta. Se considera el viaje como tal, desde el momento en que el pasajero deja su domicilio u oficina en dirección al aeropuerto, y este viaje termina en el momento en que el pasajero llega a su hotel u hogar.

Hay que aclarar que el término usuario no solo comprende a los pasajeros, sino que también se considera a los acompañantes, los empleados (de líneas aéreas, concesiones y del mismo aeropuerto), personal que transporta carga y personas que proporcionan servicios al aeropuerto. Todas estas personas realizan viajes del y hacia el aeropuerto de manera cotidiana, es por ello que son los principales afectados por el incremento en el tiempo de viaje.

Como se puede ver en la figura número dos, el tiempo de vuelo en los años cincuenta era el que ocupaba el mayor porcentaje del tiempo de viaje. Ahora, aun con mayores velocidades de crucero de los aviones, el tiempo de viaje puerta a puerta es mayor. Como se mencionó en el tema 1.4, según un estudio realizado en Estados Unidos, en viajes con distancias entre aeropuertos menores de 470 kilómetros, del 51 al 65% del tiempo total del viaje corresponde al segmento en la zona terrestre. Para viajes en que la distancia entre aeropuertos era superior a 1,850 kilómetros, este porcentaje variaba entre el 22 y 32%.

A partir de lo anterior se observa que el mayor problema se presenta en la zona terrestre y parte en el edificio de aviación comercial, en donde se realiza el intercambio de pasajeros propiamente dicho. Durante la investigación, me encontré con que este problema es a nivel mundial y se atribuye principalmente a la falta de atención que se le presta a la zona terrestre durante la planeación. Este problema de planeación radica en que las necesidades de la zona terrestre se encuentran superadas a las de la zona aérea y a las del edificio de pasajeros. Debido a eso, es que ahora se tiende a dar la importancia requerida a las mismas.

La zona terrestre es, esencialmente, la parte del aeropuerto destinada al transporte terrestre. Los elementos que la integran son: la acera del edificio, calles, estacionamientos y, si cuenta con ellos, líneas férreas y estaciones. Además, se debe considerar, cuando menos, la parte de la red urbana que une a las principales zonas generadoras y receptoras de pasajeros con el aeropuerto.

El Problema del Acceso.

El principal problema que se presenta con respecto al acceso surge a partir del hecho de que el aeropuerto tiende a tener sus picos de demanda máxima en los mismos periodos de la mañana y de la tarde que el sistema de tránsito urbano y suburbano. Estos es en general, pues en el aeropuerto de Acapulco se observa que sólo se tiene un pico que está ubicado entre las 12:00 y las 16:00 hrs. Esto se debe a que al ser un destino principalmente turístico, el flujo de los pasajeros se realiza de acuerdo al horario de entrada y salida de los hoteles, que tiene en forma aproximada el horario mencionado anteriormente.

Los modos de transporte que utilizan las calles (automóviles particulares, taxis y autobuses entre otros), satisfacen alrededor del 70% de todo los viajes de acceso. Debido a que los automóviles particulares, taxis y autobuses (en los cuales se transportan los pasajeros, acompañantes y empleados) comparten el primer segmento del sistema de acceso con el resto de los usuarios del sistema vial de la zona, estos se ven entonces afectados por los congestionamientos y la circulación lenta que se presenta durante las horas pico.

Entonces, la solución lógica radica en buscar opciones para:

1. No depender tanto de los medios de transporte sensibles a los congestionamientos (medios con derecho de vía exclusivo, por ejemplo trenes con sus desventajas indicadas en el capítulo dos),
2. Reducir los congestionamientos sustituyendo los automóviles por vehículos de transporte público (solucionando las conexiones y el problema del manejo del equipaje) y,
3. Localizando los aeropuertos de manera que cuenten con más y mejores vías de acceso, que tomen en cuenta el trayecto que se realiza fuera del aeropuerto.

1. Medios de transporte poco sensibles a congestionamientos.

De la descripción de las características de los vehículos de transporte terrestre (llevada a cabo en el segundo capítulo) se puede observar que las opciones de transporte público que cuentan con derecho de vía exclusivo, como el Metro en nuestro caso, han sido utilizadas en muchas partes del mundo. En esta solución se presentan dos posibilidades: conectar el aeropuerto al sistema de transporte urbano por medio de una estación o crear una línea exclusiva que conecte al aeropuerto con un punto específico dentro de la ciudad que sirve el aeropuerto.

Para la primera posibilidad se tienen los problemas del nivel de servicio ofrecido y del manejo del equipaje. Recordemos que las horas pico tanto del sistema urbano de transporte como del aeropuerto por lo común coinciden, por lo que el nivel de servicio requerido por los pasajeros aéreos no se ha podido ofrecer (esto implica menos acumulación de pasajeros dentro de los vagones y mejores rutas y conexiones hacia el aeropuerto). En cuanto al manejo del equipaje se refiere, no es posible transportarlo con la comodidad necesaria con la acumulación de pasajeros mencionada. Se han buscado varias opciones como destinar algunos vagones para el transporte del equipaje y el servicio incluye la transferencia del mismo a las líneas aéreas (equipaje volador, Francia), por lo que el pasajero se olvida del mismo hasta el aeropuerto de destino; sin embargo, se tiene el problema de que los vagones de equipaje no se utilizan a su máxima capacidad por lo que los pasajeros del tren se quejan y piden que los sustituyan por vagones para pasajeros.

Para la línea exclusiva de alta velocidad que una el aeropuerto con un punto de la ciudad se tienen varios ejemplos en el mundo, en ninguno de estos se ha observado que más del 30% de los viajes totales se hayan hecho por este medio y que, para que sean rentables se necesita un volumen de pasajeros entre 3 y 5 millones de pasajeros anuales por lo que lógicamente sólo son rentables para aeropuertos de ciudades muy grandes.

2. Sustitución de automóviles por vehículos de transporte público para reducir congestionamientos.

Este es la opción que se persigue en todo el mundo con mayor intensidad y para mí es la mejor: sin embargo, hay que reconocer que debido a que no se ha podido igualar el nivel de conveniencia y comodidad que ofrece el automóvil, en ningún lugar se ha alcanzado a cubrir más del 40% de los viajes totales.

Además de la comodidad y conveniencia intervienen otros factores en la selección de determinado medio de transporte: familiaridad con el área, cantidad de equipaje, limitantes de tiempo y requerimientos de confiabilidad, contar con acompañantes y naturaleza del viaje aéreo (de negocios / turístico , nacional / internacional). Considerando estos factores el automóvil particular y el taxi son superiores al resto del transporte. Y mientras no se alcancen los mismos niveles, no habrá opciones reales frente al automóvil.

3. Localización de los Aeropuertos.

Un problema que se presenta en la actualidad es que la mayoría de los aeropuertos importantes del mundo han sido absorbidos por las ciudades a las que sirven. Esto trae problemas de acceso y también a su operación, pues las normas que regulan la contaminación del aire y por ruido se han hecho más estrictas a través del tiempo.

Desde el punto de vista de la conveniencia para los usuarios, el aeropuerto debería estar dentro de la ciudad pero las razones expuestas en el párrafo anterior junto con el problema de las obstrucciones aéreas y el costo del terreno lo impiden. Se ha tendido más bien a localizarlo fuera de las ciudades, a varios kilómetros de distancia.

Para el usuario, el tiempo de viaje es una medida de conveniencia más importante que la distancia. Entonces un sitio posible, relativamente lejano, no debe ser descalificado si está convenientemente localizado cerca de una autopista u otra instalación de transporte terrestre.

Además se ha visto, por ejemplo en el caso del aeropuerto de Acapulco, que la parte más crítica del trayecto terrestre es la fase urbana. El usuario tarda más en salir de la ciudad que en desplazarse por una carretera una distancia mayor.

La acera, los flujos y las vialidades dentro del Aeropuerto.

En las aceras, se presenta congestión porque el ascenso y descenso se hace de una manera desordenada, no se toma en cuenta que es un lugar para estacionamiento momentáneo y los pasajeros se tardan mucho en realizar sus movimientos, al tardarse los pasajeros más de lo estimado durante el diseño de la acera se reduce su capacidad y es necesario que otros usuarios se estacionen en doble fila y esto agrava el problema.

Estos problemas se pueden solucionar haciendo expansiones físicas o modificaciones en las instalaciones y cambios de procedimientos que mejoren el flujo de pasajeros y vehículos .

Sin embargo, antes de realizar inversiones costosas, se debe buscar la aplicación de soluciones administrativas tales como restricciones de estacionamiento y una vigilancia rigurosa para disminuir congestiones y el tiempo de permanencia en la acera para ascenso y descenso de pasajeros.

Esto sería la solución inicial para los problemas en la acera en el caso del Aeropuerto de Acapulco, en la acera del aeropuerto los autobuses se estacionan para el ascenso y descenso de pasajeros a pesar de que para ello tienen asignado dos estacionamientos localizados a menos de cien metros de distancia. Y los vehículos de transporte terrestre, ocupan parte de la acera como estacionamiento reduciendo el espacio destinado para el ascenso y descenso.

En este caso, la sustitución de los automóviles por cualquier otro medio de transporte público también puede acarrear beneficios. El hecho de utilizar vehículos con mayor densidad de pasajeros permite una mejor utilización de los recursos al haber menos congestionamientos y ocupar menos longitud de acera.

En cuanto a las vialidades dentro del aeropuerto se debe buscar, en la medida de lo posible, la separación de los flujos de salida y llegada, nacional e internacional. Esto permite que los flujos no se vean interrumpidos por vehículos estacionados. La opción óptima consiste en separar los flujos por niveles, asignando un nivel para llegadas y otro para salidas. Esto último sólo es recomendable donde el volumen de pasajeros lo justifique, pues es una obra muy cara.

El Edificio de Pasajeros.

En cuanto a los problemas que se presentan en el interior del edificio de pasajeros, una parte de ellos se puede atribuir a la excesiva acumulación de pasajeros debida a los problemas de acceso. Para asegurarse de no perder el vuelo por retrasos, los pasajeros se ven obligados a llegar con mucho tiempo de anticipación. Y como se comentó en el tema 3.4, conforme un elemento de servicio se acerca a su capacidad máxima, el nivel de servicio disminuye hasta provocar retrasos importantes. Esto es lo que ha pasado y hace que el tiempo de procesamiento crezca junto con el tiempo total de viaje.

Además, en el capítulo 3, se ilustra como afecta el número de personas dentro del edificio en el dimensionamiento de los elementos. Entre más gente haya en el edificio mayor será el tamaño de los elementos. En muchos casos, si se solucionara el problema del acceso, no sería necesario realizar ampliaciones en los edificios de pasajeros, se mejoraría el nivel de servicio y se disminuirían los retrasos.

Además, se analizaron las características actuales y tendencias futuras de los aviones para saber en que forma afectan el diseño del edificio de pasajeros. Además de influir de manera importante en el diseño de la plataforma, los aviones también influyen en el diseño del edificio y en los accesos. La capacidad de los aviones da la pauta para que se tenga determinado número de pasajeros en el edificio en un momento dado. A partir de este número de personas se diseñan todos los elementos que conforman el edificio de pasajeros y la zona terrestre.

El rápido crecimiento de los aviones, especialmente en cuanto a su capacidad, ha sobrepasado la capacidad crecimiento de los aeropuertos y es el responsable de poner en evidencia el problema que ocupó principalmente esta tesis: el diseño de la zona terrestre, incluyendo a los accesos, no se encuentra a la altura de las necesidades que el transporte aéreo requiere.

El Intermodalismo en un Aeropuerto.

El análisis del viaje bajo el enfoque puerta a puerta implica que se debe estudiar el viaje desde el domicilio del usuario, su transporte hasta el aeropuerto utilizando cualquier medio que haya disponible para este fin, el intercambio de medios de transporte que se realiza en el edificio de aviación comercial, su procesamiento en el edificio, el embarque al avión, el vuelo, el desembarque del avión, el procesamiento en el edificio, nuevamente el intercambio de medios de transporte y el transporte de los usuarios hasta sus respectivos destinos finales utilizando los diferentes medios disponibles.

Se puede observar que este proceso es multimodal, pues para llevarlo a cabo intervienen al menos dos medios de transporte, uno terrestre y otro aéreo. Entre los medios terrestres están el automóvil particular, el taxi, el autobús, el tren de tránsito rápido (metro), etc. y el medio aéreo con sus diferentes aeronaves.

La tesis ha sido desarrollada basándose en el concepto del multimodalismo y todas las consecuencias que de él se desprenden. La concepción multimodal de los sistemas de transporte se ha dado a nivel mundial, como consecuencia de la búsqueda de operaciones más eficientes en los sistemas transporte para poder enfrentar la competencia.

Inicialmente este fenómeno se desarrolló en el campo del transporte de carga, específicamente en el transporte marítimo. Sin embargo, ha probado ser útil para todos los sistemas de transporte. Es por esto que se incluyó en la década pasada como parte de los aspectos de planeación de los aeropuertos.

El intermodalismo moderno implica el uso sistemático e integrado de dos o más medios de transporte para maximizar la eficiencia de un movimiento completo. Hace esto al utilizar el medio de transporte con el mejor servicio o costo a través de un segmento específico de origen - destino.

Indice de Figuras.

Figura No.		Página
1	Un vuelo aéreo típico nacional.	1
2	Comparación de tiempos totales 1950 - 1990	2
3	Dimensiones básicas de un avión.	12
4	Tendencias en el crecimiento del peso de los aviones de transporte aéreo.	13
5	Tendencias en el crecimiento en la longitud total de los aviones de transporte aéreo.	14
6	Tendencias en el crecimiento de la envergadura de los aviones de transporte aéreo.	15
7	Tendencias en la longitud de pista.	16
8	Tendencias en el crecimiento de la capacidad de pasajeros de los aviones.	17
9	Velocidades de crucero de aviones de transporte aéreo.	18
10	Tendencias de pasajeros-millas/hora para aviones de transporte aéreo.	23
11	Bocing 747/400, el avión comercial de pasajeros más grande en operación.	24
12	Diagrama de Flujo de salidas nacionales e internacionales.	40
13	Diagrama de Flujo de llegadas nacionales e internacionales.	41
14	Áreas mínimas para un pasajero.	46
15	Área de Módulos de Información.	47
16	Área de Documentación.	48
17	Longitud de mostrador de Documentación.	49
18	Relación teórica de Capacidad y Retraso.	52
19	Plataforma Lineal.	55
20	Edificio con Plataforma Abierta.	56
21	Edificio con Muelles o Dedos.	57
22	Edificio con Muelles y Satélites.	58
23	Edificio con Satélites Remotos.	59
24	Ejemplo de Plataforma Remota.	60
25	Edificio con Muelles Remotos.	61
26	Edificio Unitario.	62
27	Concepto de Edificios Unitarios.	62
28	Formas básicas de Estacionamiento de aviones.	63
29	Distribución vertical de un edificio de pasajeros.	72
30	Pasajeros Anuales Comerciales: Nacional, Internacional, Charter.	75
31	Pasajeros Anuales Comerciales: Av. Regional y Av. General.	76
32	Pasajeros Anuales 1995.	76
33	Pasajeros Anuales 1990.	76
34	Pasajeros Anuales 1985.	76
35	Pronóstico de Pasajeros Anuales.	77
36	Operaciones Anuales: Av. Comercial y Regional+General.	77
37	Pronóstico Operaciones Anuales.	77
38	Operaciones Anuales 1995	78
39	Operaciones Anuales 1990	78
40	Operaciones Anuales 1985	78
41	Comparativo de flujo de vehículos en hora crítica por tipo.	80
42	Comparativo de flujo de vehículos diarios por tipo.	80
43	Flujos semanales años 1989 y 1992	80

44	Principales Zonas Generadoras de Pasajeros.	81
45	Vías de Acceso al Aeropuerto.	84
46	Plano General del Aeropuerto Internacional de Acapulco.	86
47	Planta de Conjunto del Aeropuerto Internacional de Acapulco.	87
48	Planta de Conjunto: Edificio de Aviación Comercial.	98
49	Pasajeros Mensuales, 1994.	100
50	Pasajeros Mensuales, 1995.	101
51	Operaciones Mensuales, 1994.	101
	Operaciones Mensuales, 1995.	101

Indice de Tablas.

Tabla No.		Página
1	Relación de usuarios en un aeropuerto.	4
2	Estimación de contaminantes de aviones de turbina de largo alcance	20
3	Clasificación de algunos aviones por ruido.	22
4	Dimensiones y características de algunos aviones.	25
5	Características básicas de Geometría y Derecho de Vía para algunas instalaciones de transporte típicas.	32
6	Características de Vehículos de Transporte típicos de Estados Unidos y Canadá.	33
7	Tiempos de viaje y retraso para rutas típicas de autobuses durante horas pico en Europa y Australia.	33
8	Tiempos de viaje y retraso para rutas típicas de autobuses durante horas pico en Estados Unidos.	34
9	Velocidades y espaciamiento de paradas típicas para diferentes vehículos.	34
10	Comparación de capacidad y velocidad de operación de varios vehículos.	35
11	Comparación de capacidad de rutas.	36
12	Aforo de vehículos y cálculo de número máximo de vehículos por día y por hora.	79
13	Operaciones Horarias.	88
14	Características de las calles de rodaje.	89
15	Posiciones Simultáneas Comerciales.	90
16	Posiciones Simultáneas. (Av.Reg. + Av.Gral.)	90
17	Niveles y Actividades del Edificio de Pasajeros.	91
18	Flujos de Llegadas Nacional e Internacional.	92
19	Flujos de Salidas Nacional e Internacional.	93
20	Pasajeros Horarios.	93
21	Comparación Capacidad de Documentación contra la Demanda en 1995.	94
22	Comparación Capacidad de Revisión de Seguridad contra la Demanda en 1995.	94
23	Lugares de Estacionamiento.	97
24	Pronóstico de Lugares de Estacionamiento.	97
25	Zonas Receptoras para efectos de cobro de Servicios de Transportación Terrestre.	102
26	Tiempos aproximados a cada una de las zonas receptoras.	103
27	Carga manejada por Aeromexpress.	104
28	Carga manejada por Taesa en temporada alta.	104

Bibliografía.

Ashford, Norman y Paul H. Wright.- Airport Engineering.
3ra. Edición, J. Wiley.
Nueva York, 1992.

Paul Wright y Norman Ashford.- Transportation Engineering: Planning and Design.
3ra. Edición, J. Wiley.
Nueva York, 1989.

Paquette, Radnor y Ashford.- Transportation Engineering.
2da. Edición, J. Wiley.
Nueva York, 1982.

John Edwards, editor.- Transportation Planning Handbook.
Institute of Transportation Engineers. 1992.

Wolfgang S. Homburger, editor.- Transportation and Traffic Engineering Handbook.
2da. Edición, Prentice Hall, 1982.
Institute of Transportation Engineers.

Alexander Wells.- Airport Planning and Management.
1992.

Walter Hart.- The airport passenger terminal.
J. Wiley and Sons, Nueva York, 1985.

Congress of the United States.- Airport System Development.
Office of Technology.
Washington, D.C., 1984.

Gray.- Public Transportation.
1992.

A.S.A.- Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de Acapulco.
1992.

Departamento de Planeación, Dirección General de Aeropuertos (extinta) de la S.C.T.
Manual de diseño para dimensionar las diferentes áreas de servicio del Edificio Terminal de un
Aeropuerto Nacional e Internacional.