

75 25

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



EFFECTOS DE LA OPERACION EN LA PLANEACION DE AEROPUERTOS

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
RAFAEL HERNANDEZ MONDRAGON

Director de Tesis: Ing. Federico Dovalf Ramos

MEXICO, D. F.

1990

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. DESCRIPCION GENERAL DE UN AEROPUERTO

- 1.1 El aeropuerto como un sistema operacional
- 1.2 La función de un aeropuerto
- 1.3 Principales componentes de un aeropuerto
 - 1.3.1 En la parte aeronáutica
 - 1.3.2 En la parte "pública"
 - 1.3.3 Como elementos de apoyo
- 1.4 Objetivos en materia de política aeroportuaria

2. CARACTERISTICAS OPERACIONALES

- 2.1 Consideraciones generales
- 2.2 Determinación general de la superficie necesaria
- 2.3 Requerimientos operativos
 - 2.3.1 Visibilidad
 - 2.3.2 Orientación de las pistas. Efecto de vientos cruzados
- 2.4 Ayudas para la aproximación y el aterrizaje
 - 2.4.1 Instrument Landing System (ILS)
 - 2.4.2 Microwave Landing System (MLS)
 - 2.4.3 Radar
- 2.5 Iluminación en la pista para maniobras de aproximación
- 2.6 Ayudas visuales para la aproximación
 - 2.6.1 Visual Approach Slope Indicator System (VASIS)
 - 2.6.2 Precision Approach Path Indicator (PAPI)
- 2.7 Licencia de aeropuerto
- 2.8 Pistas
- 2.9 Calles de rodaje
- 2.10 Características y desempeño de las aeronaves
 - 2.10.1 Características
 - 2.10.2 Desempeño de las aeronaves
- 2.11 Capacidad del aeropuerto
 - 2.11.1 Antecedentes
 - 2.11.2 Capacidad de las pistas
 - 2.11.3 Capacidad de las calles de rodaje
- 2.12 Plataformas
 - 2.12.1 Parámetros de planificación
- 2.13 Configuración de estacionamiento de las aeronaves
- 2.14 Relaciones Plataforma-Terminal

3. ASPECTOS DE ADMINISTRACION

- 3.1 El aeropuerto como un servicio
- 3.2 Operación dentro del contexto internacional
- 3.3 Regulación local
- 3.4 Estructuras administrativas
- 3.5 Contribuciones externas
- 3.6 Implementación
- 3.7 Organizaciones de aviación
 - 3.7.1 Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
 - 3.7.2 Otras organizaciones

4. ASPECTOS DE MANTENIMIENTO

- 4.1 Mantenimiento de los aeropuertos
 - 4.1.1 Componentes básicos
- 4.2 Organización del mantenimiento del aeropuerto
- 4.3 Mantenimiento de las ayudas visuales
- 4.4 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas del aeropuerto
- 4.5 Mantenimiento de los pavimentos
 - 4.5.1 Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico)
 - 4.5.2 Pavimentos flexibles (asfálticos)
- 4.6 Barrido
- 4.7 Limpieza de contaminantes
- 4.8 Drenaje
- 4.9 Mantenimiento de las zonas no pavimentadas
- 4.10 Mantenimiento del equipo y vehículos
- 4.11 Mantenimiento de edificios

5. REPERCUSIONES EN EL PROYECTO

6. CONCLUSIONES

7. BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El rápido crecimiento del transporte aéreo está rebasando la capacidad de operación de muchos aeropuertos internacionales y ello ha dado motivos para reconsiderar los conceptos, los métodos de despacho y las instalaciones y servicios. El tránsito cada vez mayor de pasajeros y mercancías impone nuevas exigencias a los aeropuertos, aunque no necesariamente los movimientos de aeronaves aumentan con la misma rapidez, debido a la introducción de aeronaves de mayor tamaño y capacidad.

El resultado de ello es que las administraciones responsables de los aeropuertos del mundo se enfrentan con un programa amplio de mejoras, construcción y adaptaciones para satisfacer estas necesidades de la manera más eficiente y segura posible.

Actualmente se publican diversos manuales, con objeto de servir de ayuda a las autoridades aeroportuarias en la compleja tarea de preparar planes generales para la ampliación de los aeropuertos existentes y la construcción de nuevos aeropuertos. En ellos se describen los sistemas de planificación y preparación de pronósticos a largo plazo en los que se incluyan las operaciones aeronáuticas, los factores económicos y otras consideraciones que intervienen en la planificación general.

También se proporciona una orientación para decidir el tipo de aeropuerto que pudiera requerirse para las necesidades de una comunidad o región, así como para la evaluación y selección de los emplazamientos para el mismo. Hay que destacar la importancia que tiene el efectuar una evaluación económica comparativa de varios proyectos, para decidir la provisión de un aeropuerto y estimar su utilidad para la comunidad.

Al proyectar un aeropuerto se debe tener en cuenta la importancia que reviste el equilibrar las posibilidades de ampliación y de lograr la flexibilidad suficiente para satisfacer las necesidades cambiantes en el mediano y largo plazos, así como los métodos tendientes a conseguir estos objetivos. Es necesario proporcionar la información adecuada sobre la forma de evaluar la capacidad de cada una de las instalaciones y planificar las configuraciones de las pistas, calles de rodaje y plataformas, edificios de pasajeros, enlaces de transporte terrestre, caminos internos, estacionamiento para automóviles y zonas de mercancías, de manera que se permita la elaboración del plan general por fases.

El plan general de un aeropuerto debe ser el marco más eficaz dentro del cual cada una de las instalaciones pueda realizar sus funciones respectivas con los mayores niveles posibles de eficiencia. Sin embargo, no siempre resulta posible adaptar los mejores planes para cada una de las instalaciones, de manera que se integren en un plan total para el aeropuerto, sin hacerles algunas modificaciones para que resulten compatibles entre sí. Esto significa cierta pérdida de perfección de cada uno de los planes individuales, pero la buena planificación permitirá obtener un equilibrio óptimo, de forma que se obtenga un plan total que sea más eficaz en su aplicación, y que, por lo tanto, tenga mayor capacidad y eficiencia de las que tendría si no hubiera compatibilidad entre los planes de cada una de las instalaciones.

Pero ello implica que se deberá tener gran cuidado para asegurar que las soluciones intermedias a que se lleguen no afecten considerablemente a la seguridad.

El plan más eficiente para el aeropuerto, considerado en conjunto, es aquél que proporciona la capacidad necesaria para los movimientos de las aeronaves, pasajeros, mercancías y vehículos, con amplia seguridad y con la máxima comodidad posible para los pasajeros, explotadores y el personal, con las menores inversiones de capital y gastos de explotación.

La flexibilidad y las posibilidades de ampliación deberían considerarse conjuntamente y son fundamentales para todos los aspectos de planificación. Las características particulares de algunos emplazamientos pueden hacer necesario decidir que, si bien no es posible la ampliación futura, el plan deberá continuar adelante. Este es un asunto que habrá de juzgarse localmente y para las condiciones particulares de cada caso. Sin embargo, nunca debe abandonarse el requisito de la flexibilidad. La mayoría de los aeropuertos pueden planearse con una flexibilidad inherente, incluso aunque quizá no sea posible ampliarlos en el futuro.

Por otro lado, la planificación de aeropuertos se ve complicada por la diversidad de instalaciones y servicios necesarios para el movimiento de aeronaves, pasajeros y mercancías, así como de los vehículos terrestres con ellos relacionados, y con la necesidad de integrar su planificación. Entre estas instalaciones se incluyen las pistas y calles de rodaje, plataformas para aeronaves, edificios en los que los explotadores de aeronaves entregan y reciben pasajeros y donde las autoridades gubernamentales de control realizan sus inspecciones, e instalaciones proporcionadas para uso y comodidad de los pasajeros. Son necesidades adicionales, los edificios y zonas de estacionamiento para vehículos utilizados por pasajeros, visitantes, explotadores de aeronaves y todos

los ocupantes del aeropuerto, y los edificios para el despacho y recepción de las mercancías transportadas por vía aérea.

En el funcionamiento de un aeropuerto intervienen esencialmente las funciones de muchas de estas instalaciones y, por lo tanto, no deben planearse como elementos por separado. Las plataformas para aeronaves tienen que estar integradas funcionalmente con los edificios con los que están relacionadas. De igual manera, los estacionamientos para vehículos necesitan estar relacionados con las actividades de las personas que los utilizan y con los edificios que éstas ocupan.

Por ello, el grado esencial de precisión y equilibrio del plan general varía con la magnitud de las actividades para las que se proyecta el aeropuerto. A medida que aumenta el ritmo de movimientos de aeronaves, vehículos y pasajeros, resulta más necesario que los planes de los aeropuertos constituyan la solución más lógica posible, de forma que la planificación de cada una de las instalaciones contribuya y se integre al plan general más eficiente posible y proporcione el mayor grado de flexibilidad y posibilidad de ampliación para su expansión en el futuro.

Es posible darse cuenta que el proceso de planificación de un aeropuerto resulta ser una tarea sumamente compleja. Dentro de ella, la operación aeroportuaria desempeña un papel muy importante. Debido a ésta, la orientación de una pista puede modificarse; el número de pistas se puede incrementar; la configuración del edificio terminal puede cambiar notablemente e inclusive el emplazamiento puede modificar su localización. En resumen, los aspectos operativos son determinantes para definir y prever el diseño, las dimensiones y la capacidad del sistema aeroportuario.

La presente tesis destaca aquellos aspectos operativos relevantes que deben tomarse en cuenta en la elaboración del proyecto de un aeropuerto, ya que al considerarlos durante la planeación del mismo se podrán optimizar los recursos que se destinen para su ejecución en el corto, mediano y largo plazos, y se podrá tener la certeza de que los niveles de servicio y seguridad que el aeropuerto pueda ofrecer serán los adecuados para atender las necesidades de la comunidad vinculada con su construcción y funcionamiento.

CAPITULO 1

DESCRIPCION GENERAL DE UN AEROPUERTO

I.1 EL AEROPUERTO COMO UN SISTEMA OPERACIONAL

El aeropuerto forma parte esencial del sistema de transporte aéreo, ya que constituye el sitio físico en el cual se presenta una transferencia modal de transporte realizada del medio aéreo a los modos de transporte terrestre. En consecuencia, es el punto de interacción de tres componentes mayores del sistema de transporte aéreo:

El aeropuerto, incluyendo el sistema de control de rutas aéreas,
La línea aérea, y
El usuario.

La planeación y la operación de los aeropuertos debe tomar en cuenta la interacción de esos tres componentes del sistema. Para que éste opere adecuadamente, cada uno de los componentes deberá estar en equilibrio respecto a los otros dos. La falla dará como resultado condiciones subóptimas, que se manifestaran en el funcionamiento del aeropuerto en un número de fenómenos indeseables, y cada uno de ellos es un indicador de operación inadecuada, que bajo condiciones de competencia ilimitada, puede conducir a un declive eventual en la escala de operación en el aeropuerto, de manera que el tráfico pueda ser conducido a algún otro lugar, y la ausencia de la opción competitiva, disminuirá los niveles de demanda. Estas condiciones pueden llegar a manifestarse de varias maneras:

- Déficit de operaciones en el aeropuerto.
- Déficit de operaciones de una línea aérea en el aeropuerto.
- Condiciones de trabajo insatisfactorias para los empleados del aeropuerto y/o de alguna línea aérea.
- Servicio inadecuado de acomodación para los pasajeros.
- Suministro insuficiente de vuelos.
- Operaciones inseguras.
- Altos costos operacionales para los usuarios.
- Servicios inadecuados de soporte para las aerolíneas.
- Altos niveles de retraso para la aerolínea y el pasajero.
- Facilidades de acceso inadecuadas.

I.2 LA FUNCION DE UN AEROPUERTO

Un aeropuerto es intermediario o punto terminal de operaciones de una aeronave en la parte aérea de un viaje. En términos funcionales simples, los servicios deben ser

diseñados para permitirle a una aeronave las maniobras de despegue y aterrizaje y además, entre estas dos operaciones, embarcar y desembarcar pasajeros, y cargar y descargar carga.

Es común por ello, que se acostumbren dividir las operaciones de un aeropuerto en operaciones aéreas y terrestres.

El aeropuerto de pasajeros y la terminal de carga son, por sí mismos, un servicio que tiene tres funciones distintas:

1. Cambio de modo de transporte, en el que se provee mediante un encadenamiento físico entre el vehículo aéreo y el vehículo terrestre, diseñado para realizar coordinadamente las acciones operacionales de los vehículos aéreos y terrestres.
2. Procesamiento, en el que se brindan las facilidades necesarias para la compra de boletos, documentación y el control tanto de pasajeros como de la carga.
3. Cambio de tipo de movimiento, en el que se convierten las llegadas continuas de carga a camiones y los despegues de pasajeros, que pueden llegar al aeropuerto por automóvil, autobús, o tren, a "paquetes" dentro de aeronaves, que generalmente despegan de acuerdo a un itinerario preestablecido. El proceso es inverso cuando la aeronave aterriza.

Muchos aeropuertos pequeños que proveen un poco más que una simple terminal de pasajeros para un volumen bajo de operaciones, ofrecen muy pocos servicios adicionales para el pasajero.

La operación de un aeropuerto pequeño no es significativamente más compleja que la de una estación de ferrocarriles o una estación de autobuses interurbanos. En cambio, para aeropuertos de media o gran escala, la operación es mucho más compleja y requiere de una organización que pueda soportar tal complejidad y que pueda proporcionar y administrar los siguientes servicios:

- servicio, mantenimiento e ingeniería de la aeronave.
- operaciones para la aerolínea, incluyendo a la tripulación en aire, en tierra y oficinas en la terminal.
- negocios necesarios para la estabilidad económica del aeropuerto (concesiones, compañías arrendadoras, etc).
- servicios de soporte para la aviación (control de tránsito aéreo, meteorología, etc).
- funciones gubernamentales: inspección de agricultura, aduana, migración, salud, etc.

La manera en la que un aeropuerto es operado y la estructura administrativa de la autoridad operativa es afectada por el diseño físico del mismo aeropuerto. Es conveniente clasificar a las terminales de los aeropuertos dentro de dos amplias clases, operacionalmente muy diferentes: centralizadas y descentralizadas. La mayoría de las terminales aeroportuarias más viejas se diseñaron utilizando el concepto centralizado, donde el procesamiento se llevaba a cabo en el edificio terminal principal y el acceso a las entradas de la aeronave fue llevado a cabo mediante muelles y satélites o mediante bandas transportadoras. Muchos aeropuertos aún operan satisfactoriamente usando el concepto de servicio centralizado (como los de: Amsterdam, Tampa, Frankfurt, y el O'Hare de Chicago). Otros aeropuertos operaron inicialmente de manera centralizada, pero se convirtieron en descentralizados cuando terminales adicionales fueron añadidas para soportar el incremento del tránsito (como los aeropuertos: Heathrow de Londres, Orly de Paris, Madrid y Johannesburgo). Otros aeropuertos fueron diseñados desde el inicio con servicios y facilidades descentralizados y con un número de unidades terminales determinado, contando cada una con los servicios necesarios (por ejemplo: Dallas Ft. Worth, Charles de Gaulle de Paris, Kansas City, Toronto y John F. Kennedy de Nueva York).



FIGURA 1

AEROPUERTO INTERNACIONAL SCHIPOL
DE AMSTERDAM, HOLANDA

TERMINAL CENTRALIZADA

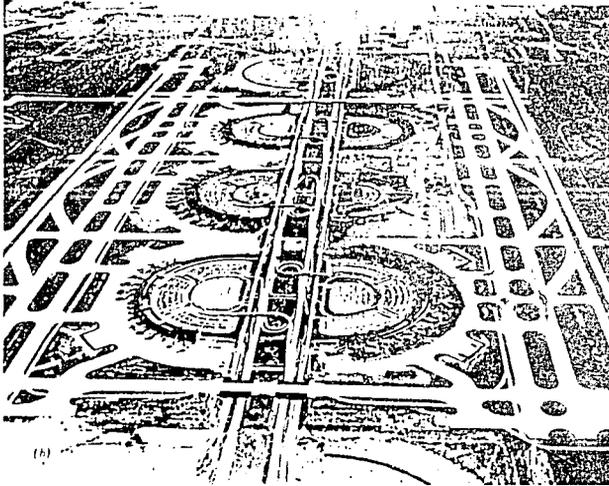


FIGURA 2

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE
DALLAS-FORTH WORTH, E.U.

TERMINAL DESCENTRALIZADA

Hasta principios de los años 1960's, el tránsito de pasajeros a través de los aeropuertos más grandes fue muy pequeño ya que la operación centralizada resultó ser algo común.

A medida que el tránsito aumentó, el tamaño físico de los servicios centralizados creció con añadiduras hasta que éstas llegaron a ser extraordinariamente grandes en escala.

Con la intención de superar el problema de grandes distancias a caminar en la terminal, poco satisfactorias, los diseños descentralizados fueron desarrollados para mantener estas distancias por debajo de los 300 m, recomendación citada, entre otras organizaciones, por la IATA (International Air Transport Association). La descentralización fue llevada a cabo tan lejos como el concepto de Dallas Ft. Worth y Kansas City, donde las distancias totales desde el automóvil hasta la aeronave son aproximadamente de 100 m. Las ventajas de la descentralización son significativas: las terminales son mantenidas a un nivel razonable de personas, los volúmenes de pasajeros nunca llegan a ser altamente incómodos, las distancias a caminar son lo más bajas posible, y los estacionamientos son pequeños, manteniendo las distancias razonables. Por ello, los estacionamientos son más fáciles de supervisar. Operativamente, sin embargo, la descentralización

puede llevar al equipo de trabajo del aeropuerto a mayores requerimientos, ya que las mismas funciones, como administración y seguridad, deben llevarse a cabo de manera separada en cada terminal. Debido a que la escala de tales servicios es muy grande, cada unidad requiere de facilidades para un rango lleno de pasajeros. Por ello es posible tener economía de escala pobre en términos de las facilidades y áreas, como cuartos para equipaje, reclamo del mismo, áreas de documentación y servicios móviles, como equipo para el traslado de equipaje. Para un aeropuerto grande, la escala de separación entre las unidades puede ser de gran magnitud.

El diseño completamente descentralizado significa que las interconexiones para los pasajeros deberán tener alguna forma de sistema de tránsito a modo de permitir el movimiento entre terminales (interterminal). No existe un método particularmente conveniente.

Tal vez la mayor de las dificultades operacionales que surgen a raíz del diseño descentralizado es la pérdida de capacidad diaria que ocurre cuando una terminal dada sufre un colapso en un número de subáreas. Bajo estas circunstancias podemos decir que la capacidad está determinada por la operación en las horas pico, y los picos de demanda son más fáciles de atender en una terminal grande que en tres terminales pequeñas.

Por otra parte, las características más notables del proceso de planificación de un aeropuerto que se deben tomar en cuenta, debido a su importancia y a la necesidad de elaborar un enfoque sistemático, al determinar las necesidades actuales y futuras del aeropuerto, son las siguientes:

- Consideraciones previas a la planificación, donde se establece el propósito de individualizar los aspectos más importantes, previos a la planificación que, si se respetan, proporcionarán el marco apropiado para lograr que la planificación general del aeropuerto resulte eficaz y pueda llevarse a la práctica.
- Previsiones en cuanto a la planificación. Las previsiones aeronáuticas proporcionan datos básicos para determinar las necesidades y la capacidad requerida de todo aeropuerto, y sirven de base para hacer la proyección de los ingresos y egresos necesarios del aeropuerto en cuestión.
- Financiamiento. El análisis económico permite llegar a un programa para determinar los fondos necesarios que requiere el aeropuerto.

- Evaluación y selección del emplazamiento. A fin de que el aeropuerto tenga la mayor vida útil posible y con objeto de aprovechar al máximo la importante inversión de capital que supone, debe disponerse de suficiente terreno que permita su ampliación progresiva, de acuerdo con el ritmo de crecimiento de la demanda de tráfico aéreo. En este proceso se define la forma y dimensiones del área necesaria para el aeropuerto, la ubicación de lugares que tengan posibilidades de desarrollo y el examen y evaluación de otros lugares también idóneos.

1.3 PRINCIPALES COMPONENTES DE UN AEROPUERTO

1.3.1 En la parte aeronáutica:

Sector donde destacan en primer término, las pistas y las calles de rodaje, que debido a sus características físicas, de la extensión de terreno que requieren y de todos los otros factores que las afectan, limitan la libre elección de su trazado. Una vez determinadas las dimensiones, las características del subsuelo, la resistencia de los pavimentos y la capacidad y configuración del campo, se consideran otros elementos de la parte "aeronáutica" del aeropuerto, es decir, las plataformas y las ayudas para la navegación y para el control del tránsito.

- Pistas y calles de rodaje. Debido a las grandes extensiones de terreno que exigen y a su vinculación con los amplios espacios aéreos necesarios para las maniobras de las aeronaves, las pistas y las calles de rodaje conexas sirven de punto de partida para considerar el trazado del aeropuerto.

En relación con la planificación y proyecto de las pistas y calles de rodaje de un aeropuerto, hoy se dispone de amplia información, en la que se incluyen los criterios que, en materia de dimensiones, resistencia de los pavimentos, longitud de las pistas y capacidad de un aeródromo, se establecen.

- Plataformas. Para precisarlas se deben considerar conceptos importantes como: emplazamientos, trazado, número requerido de puestos de estacionamiento de aeronaves, instalaciones para la carga y descarga de mercancías y para el embarque y desembarque de pasajeros, e instalaciones para atender a las aeronaves.

1.3.2 En la parte "pública":

Este sector del aeropuerto está compuesto por zonas en las que tiene libre acceso el público que no viaja, y por otros sectores prohibidos al público, así como por espacios dedicados a las operaciones de las compañías aéreas, a la administración del aeropuerto y a las formalidades estatales.

- Edificios para la colocación de las ayudas para la navegación, para el control del tránsito aéreo y los movimientos en tierra en el aeropuerto. La planificación de aeropuertos debe incluir instalaciones que sirvan de apoyo al sistema de control de tránsito aéreo, a las ayudas para las aeronaves que se aproximen al aeropuerto, y, finalmente, para regular la circulación de las aeronaves y vehículos en tierra. Obviamente, estas instalaciones son áreas restringidas para el público.
- Edificio de pasajeros. En éste se realizan actividades relacionadas con la transferencia de pasajeros y sus equipajes, desde el sitio de intercambio entre el transporte terrestre y el edificio de pasajeros, hasta el sitio de enlace con las aeronaves y con la transferencia de pasajeros y sus equipajes, entre vuelos de empalme y en tránsito. En muchos aeropuertos, las instalaciones de pasajeros están concentradas en forma contigua en un pabellón general del aeropuerto. Sin embargo, en algunos casos, determinadas funciones, como la tramitación de carga, pueden estar situadas en lugares alejados del edificio central de pasajeros.
- Instalaciones para mercancías. Las mismas consideraciones que influyen en la determinación del emplazamiento de las instalaciones para pasajeros también se aplican a la zona de mercancías. La importancia que se atribuye a esta zona, al tratar de conseguir el equilibrio necesario para lograr la compatibilidad general deseada, dependerá de la naturaleza del tráfico a que se destine el aeropuerto. Una de las consideraciones principales a tomar en cuenta al realizar la planificación de esta zona será la superficie necesaria para este tipo de instalaciones.
- Transporte terrestre, circulación y estacionamiento de vehículos en el recinto del aeropuerto. En el proceso de planificación se deberá tomar en cuenta ese elemento del aeropuerto que tendrá que ver con el transporte terrestre de pasajeros, equipajes y empleados, hacia y desde el aeropuerto, y dentro de su perímetro. La planificación de las vías de circulación y de las zonas de estacionamiento de los vehículos, a fin de brindar facilidades a los

usuarios del aeropuerto, se basará en las previsiones y en estudios realizados en el propio aeropuerto.

I.3.3 Como elementos de apoyo:

Para garantizar el funcionamiento de un aeropuerto, se requieren diversos edificios y actividades que permitan lograr determinados fines. Entre un aeropuerto y otro, habrá diferencias en cuanto a la necesidad de contar con todos o sólo con algunos de los edificios, así como con relación a las necesidades concretas en materia de locales. En general, su número y complejidad dependerán del volumen de tráfico. El emplazamiento de estos edificios en el aeropuerto, o los planes maestros de cada uno de ellos, dependerá de las funciones que tenga que desempeñar y de su compatibilidad con las características más importantes del plan. Por tanto, podrá requerirse:

- Instalaciones para servicios de apoyo a las actividades aeronáuticas. En un aeropuerto se requieren edificios e instalaciones para diversos servicios, a saber: meteorológico, de comunicaciones, de salvamento y extinción de incendios, depósitos de combustible e instalaciones para la administración y mantenimiento, el personal, los explotadores de aeronaves, la aviación general y la policía, vigilancia aduanal, etc.
- Instalaciones y servicios para manipulación del combustible. La manipulación del combustible en los aeropuertos es un aspecto importante que ha de tenerse en cuenta al planificar las instalaciones y los servicios, ya que es preciso satisfacer requisitos especiales en lo tocante a la seguridad, a la reducción del tiempo de permanencia de la aeronave y a los movimientos de vehículos grandes y pesados. Se deben definir los criterios para establecer la capacidad de almacenamiento, el emplazamiento de los depósitos de combustible, varios sistemas para abastecimiento de combustible a las aeronaves y requisitos de diseño relativos a los sistemas de abastecimiento.
- Consideraciones en materia de seguridad. Todos los aeropuertos requieren cierto nivel de seguridad, que depende de la situación imperante en el país donde esté ubicado. A fin de que la seguridad no sea un mito, se requiere adoptar antes un criterio de planificación total bien coordinado, que incluya el plan básico del proyecto del aeropuerto de que se trate. No es de esperar que en todos los aeropuertos se lleven a la práctica todas las medidas establecidas, pero si deberán evaluarse en

relación con el nivel de seguridad deseado, e implantarse de modo que sólo causen los mínimos inconvenientes y las demoras indispensables, en cuanto atañe a los pasajeros, tripulación, equipajes, mercancías y correo.

I.4 OBJETIVOS EN MATERIA DE POLITICA AEROPORTUARIA

El proceso de planificación general de un aeropuerto supone la fijación de ciertos principios generales y de otros particulares, así como de planes y programas necesarios para establecer un aeropuerto viable. Los objetivos del proceso de planificación general de aeropuertos se pueden enunciar de la siguiente manera:

- a) Disponer del desarrollo ordenado y oportuno de un aeropuerto, adecuado a las necesidades presentes y futuras del transporte aéreo de determinada zona o país.
- b) Situar la aviación en su propia perspectiva con relación a un plan equilibrado, regional o nacional, que abarque todas las modalidades de transporte, o a un plan para toda una zona. Además, proporcionar una base para la coordinación de los planes aeroportuarios con otras actividades de planificación locales, regionales y nacionales.
- c) Proteger y mejorar el medio ambiente gracias al emplazamiento y expansión de las instalaciones aeronáuticas, de tal manera que se evite todo empeoramiento ecológico, así como el llegar a niveles inaceptables de ruido y contaminación del aire.
- d) Fomentar la creación de un eficiente organismo estatal para lograr la ejecución del plan general.
- e) Garantizar la compatibilidad con el contenido, forma, normas y criterios de los organismos estatales encargados de formular la política aeronáutica, de la OACI y de otros organismos.
- f) Coordinar el plan general aeroportuario en cuestión con el sistema estatal de aeropuertos y los planes regionales de transporte aéreo, cuando los haya.
- g) Servir de base para coordinar los planes sobre instalaciones y servicios de navegación aérea, la utilización del espacio aéreo y los procedimientos de control del tránsito aéreo.

- h) Informar a los intereses aeronáuticos, públicos y privados, así como al público en general, de las necesidades aeronáuticas, y crear una conciencia general sobre la necesidad de contar con algún procedimiento sistemático para lograr la planificación y desarrollo del aeropuerto.
- i) Preparar la parte correspondiente a la aviación de los planes estatales a largo plazo, y fijar el orden de preferencia correspondiente al financiamiento aeroportuario en los presupuestos estatales a corto plazo, destinados a los servicios públicos.
- j) Hacer el mejor uso de los terrenos y del espacio aéreo, que son inherentemente limitados en algunas zonas.
- k) Utilizar las instalaciones y servicios de transporte aéreo para ayudar a orientar el desarrollo de la zona y del país, de acuerdo con las metas y objetivos generales de planificación fijados por las autoridades locales.
- l) Crear un organismo planificador que permita a las entidades políticas afectadas participar en la planificación del aeropuerto.

Una vez organizadas las actividades de planificación y dispuesto el apoyo financiero necesario, podrá empezar el proceso de planificación propiamente dicho. Este comienza con la determinación de criterios generales y objetivos en materia de política aeroportuaria, y con la concepción del estudio. Una vez completados ambos pasos, empieza la fase de planificación técnica, con el inventario de las instalaciones y servicios existentes. A continuación, se hace un pronóstico de la demanda de servicios aeronáuticos a fin de determinar las necesidades futuras en cuanto a instalaciones y servicios. Luego, se idean y evalúan distintos sistemas para satisfacer dichas necesidades futuras. Aunque con esto se termina el proceso de planificación permanente, ajustado a estos mismos procedimientos generales, mientras está en curso la ejecución del plan a largo plazo.

La primera medida del proceso de planificación general es el establecimiento de reglas fundamentales. Por ejemplo, es necesario declarar, desde el comienzo, el período o las perspectivas de planificación con respecto a los cuales habrá que fundar la planificación. Los límites geográficos del área de planificación deberán establecerse a fin de orientar aspectos tales como la recopilación de datos, el pronóstico y la elección del posible emplazamiento.

En general, se deberá tratar de relacionar los distintos objetivos, a veces singulares, de las comunidades. No se deberá partir del supuesto de que toda política puede fijarse desde el principio. La formulación de la política aeroportuaria puede hacerse en diferentes momentos del proceso de planificación general: durante la preparación, el estudio y la adopción inicial de un plan general de aeropuerto; durante la revisión importante de todo plan y el examen de las dificultades de evolución, que se presenten día a día, y que exigen el examen de las políticas generales a largo plazo.

El periodo a largo plazo del plan abarca generalmente 20 años, y debería comprender el desarrollo, la cronología de éste y la magnitud aproximada de los costos. No se deberá pretender la fijación precisa de las necesidades y costos de desarrollo, aunque cabría esperar un cálculo razonable de las necesidades. Como pueden pasar incluso 10 años antes de que se construya un aeropuerto importante, una vez determinada su necesidad, una perspectiva de 20 años no deja de corresponder a la realidad. Al establecer la duración del periodo de planificación a largo plazo, deben tomarse en consideración otras actividades locales de planificación, como los planes de transporte y la utilización de los terrenos, de manera que ello constituya en conjunto un objetivo consecuente. El plazo intermedio es normalmente de 10 años y deberían determinarse con más precisión las necesidades de desarrollo y los cálculos de los costos correspondientes, que los especificados con respecto al periodo a largo plazo.

El periodo a corto plazo es normalmente de 2 a 5 años, y la planificación debe comprender un estudio detallado de las necesidades de instalaciones y servicios y los cálculos de los costos. Estos deben ser suficientemente precisos para permitir la planificación financiera y presupuestaria que sea consecuente con los programas de financiamiento aeroportuario de toda la nación y con el proceso local de elaboración de presupuestos.

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS OPERACIONALES

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las operaciones de los aeropuertos están íntimamente ligadas con la aeronave a la que dan servicio. El encadenamiento entre ellas ha sido últimamente de naturaleza económica, basado en la premisa de que las normas de seguridad del transporte nunca deben ser degradadas. De ahí que la función del diseño y operación de las pistas y sus aproximaciones deberán permitir el tránsito seguro entre el vuelo y las maniobras en tierra, más allá del espectro de las operaciones del transporte aéreo.

Las operaciones de las aeronaves cerca del terreno son usualmente a velocidades relativamente bajas y ello origina las medidas extremas que se toman en el despegue y en el aterrizaje. De igual manera, se expone a la aeronave al riesgo del contacto inadvertido con el terreno durante éste último. Este riesgo ocurre dos veces en cada vuelo, por lo que deberá ponerse bastante énfasis en la seguridad de estas operaciones. En particular, las maniobras del avión deberán ligarse cuidadosamente con la infraestructura del terreno y el manejo de la longitud de la pista, además de la habilidad para ascender y descender sobre posibles obstáculos.

Por tal motivo, a continuación se mencionan los aspectos más relevantes a considerar en la operación de los aeropuertos; los elementos que intervienen en la citada operación, las relaciones entre ellos y los criterios utilizados para la implementación de los mismos.

2.2 DETERMINACION GENERAL DE LA SUPERFICIE NECESARIA

Antes de proceder a la inspección de cualquiera de los emplazamientos probables, incluso de los existentes, es necesario determinar, en líneas generales, la extensión de terreno que probablemente se necesitará para la realización del proyecto aeroportuario. Para ello, es adecuado considerar el espacio necesario para la ampliación de las pistas que, por lo general, constituyen la mayor parte del terreno exigido por un aeropuerto. Para este fin, se aconseja examinar los siguientes factores:

- número de pistas;
- orientación de las pistas;
- longitud de las pistas;
- la combinación de la longitud, número y orientación de las pistas, para trazar a grandes rasgos la configuración de las mismas, a efecto de calcular

aproximadamente el orden de magnitud del terreno necesario.

A fin de no imponer innecesariamente limitaciones de utilización a las aeronaves ni de incurrir en gastos desproporcionados de construcción y mantenimiento, resulta conveniente y aconsejable la previsión de suficiente espacio para que las pistas puedan ampliarse de acuerdo con las necesidades a largo plazo. En consecuencia, es importante conocer las características del funcionamiento de las aeronaves críticas, actuales y futuras, es decir, las que presentan las máximas exigencias dentro del grupo general de las que se prevé utilizarán el aeropuerto.

Para los efectos de la planificación a largo plazo, no pueden definirse con certeza los pormenores de la longitud necesaria de las pistas. No obstante, la planificación sería sumamente deficiente si no se previera un margen razonable para el futuro. Es preciso adquirir o reservar terreno suficiente para la máxima ampliación posible de las pistas y del edificio terminal, e incluso la protección de las aproximaciones y la instalación de las correspondientes ayudas visuales y radioayudas (no visuales) para la navegación. Al considerar las necesidades a largo plazo, sería conveniente recabar asesoría de los administradores en lo que concierne a las características de utilización de sus futuras aeronaves. Aunque probablemente no se utilice toda la extensión de terreno reservada para su uso a largo plazo, los errores de cálculo por defectos en este aspecto podrían resultar posteriormente irreversibles.

2.3 REQUERIMIENTOS OPERATIVOS

2.3.1 VISIBILIDAD

El tráfico aéreo se realiza ya sea por medio de reglas de vuelo visuales (VFR: Visual Flight Rules) o por medio de reglas de vuelo instrumentado (IFR: Instrument Flight Rules), dependiendo de las condiciones ambientales y la densidad de tráfico aéreo prevaleciente.

Las operaciones VFR son posibles de realizar cuando las condiciones del ambiente son lo suficientemente buenas para que el piloto de la aeronave opere mediante referencias visuales colocadas en tierra.

Las pistas de operación están clasificadas de acuerdo a las condiciones ambientales en las que se pueda operar. Mientras las condiciones en la pista a operar sean de menor

calidad, la cantidad de ayudas visuales y equipo instrumentado de navegación a utilizar tendrá que ser mayor.

Las pistas pueden ser clasificadas de acuerdo a su capacidad para atender a una aeronave bajo diferentes grados de visibilidad.

- * Pista no instrumentada. Aquella que se utiliza para la operación de una aeronave, usando procedimientos de aproximación visual únicamente.
- * Pista de aproximación instrumentada. La que utiliza ayudas visuales y una ayuda no visual provista, al menos, por una guía direccional para una maniobra de aproximación directa.
- * Pista de aproximación precisa Categoría I. Pista instrumentada, servida por un ILS (Instrument Landing System) y ayudas visuales utilizadas para operaciones realizadas hasta una altura de decisión de 60 m (200 ft) y un Campo Visual de Pista (RVR: Runway Visual Range) de 800 m (2 600 ft).
- * Pista de aproximación precisa Categoría II. Una pista instrumentada que utiliza un ILS y ayudas visuales, para operaciones realizadas hasta una altura de decisión de 30 metros (100 ft) y un RVR de 400 m (1 200 ft).
- * Pista de aproximación precisa Categoría III. Aquella que es auxiliada por un ILS durante la aproximación y a lo largo de la pista. Cuenta con tres subcategorías:
 - Categoría III A. Definida para operaciones realizadas hasta con un RVR de 200 m (700 ft) y una altura de decisión cero, utilizando ayudas visuales durante la fase final del aterrizaje.
 - Categoría III B. Definida para operaciones realizadas hasta con un RVR de 50 m (150 ft), altura de decisión cero y ayudas visuales para maniobras en tierra.
 - Categoría III C. Utilizada para las operaciones en las que no se confía en las referencias visuales durante las maniobras de aterrizaje y acomodo en tierra.

El Campo Visual de una pista (RVR) es la distancia sobre la cual el piloto de una aeronave que se encuentre en la línea central de la pista puede observar los señalamientos sobre la superficie o las luces que delíneen la pista o su línea central. Este rango es ahora frecuentemente determinado automáticamente por sensores RVR que son colocados en las cabeceras de la pista.

La altura de decisión es definida como la mínima altura a la cual el piloto realizará la decisión de aterrizar o abortar su intento de aterrizaje.

2.3.2 ORIENTACION DE LAS PISTAS. EFECTO DE VIENTOS CRUZADOS

En términos generales, y hasta donde sea posible, las pistas deben estar orientadas de manera que las aeronaves no tengan que pasar sobre zonas pobladas y de que eviten los obstáculos. Siempre que todos los demás factores no varien, deberían estar orientadas en la dirección del viento predominante, en el caso de que éste sople persistentemente en una dirección.

Por regla general, la pista principal de un aeropuerto deberá estar orientada, en la medida de lo posible, en la dirección del viento predominante. Durante el aterrizaje y el despegue, las aeronaves pueden maniobrar en una pista siempre que la componente del viento en ángulos rectos a la dirección del movimiento de la aeronave (definida como componente transversal o componente normal) no sea excesiva. Esta componente transversal máxima permisible no solamente depende del tamaño de la aeronave, sino también de la configuración alar y en algunos casos, del estado de la superficie pavimentada.

Cuerpos reguladores como la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) o la FAA (Federal Aviation Administration, de los E.U.) requieren que un aeropuerto tenga suficientes pistas, tanto en número como en su orientación, para permitir su utilización por la aeronave para la cual están diseñadas, con un factor de capacidad de uso de al menos 95 por ciento bajo condiciones ambientales con viento. El transporte aéreo pesado debe ser capaz de operar con componentes de vientos cruzados de magnitudes de 30 nudos con poca dificultad, pero para propósitos operacionales, el trazado de pistas es diseñado de manera más conservadora.

El Anexo 14 de la OACI obliga a una orientación de pistas que permita operaciones de al menos 95 por ciento del tiempo que se tengan vientos cruzados con componentes de 20 nudos (37 km/hr) para Categorías de pista A y B, 15 nudos (27.8 km/hr) para pistas Categoría C y 10 nudos (18.5 km/hr) para Categorías de pista D y E.

Las reglas de la FAA difieren poco en este aspecto. Las pistas deberán estar orientadas para que las aeronaves puedan aterrizar en al menos el 95 por ciento del tiempo con componentes de vientos cruzados que no excedan 15 millas por hora (24.1 km/hr) para todos los aeropuertos, excepto los de utilidad en los que las componentes no deben exceder 11.5 mph (18.5 km/hr). Los aeropuertos de utilidad son designados por la FAA como aquellos que dan servicio a todas las aeronaves cuyo peso máximo de despegue autorizado no excede los 5 700 kg (12 500 lb), excluyendo a las aeronaves jet.

El factor de uso deberá estar basado en una distribución estadística de vientos confiable, con datos recopilados por un

periodo tan largo como sea posible, de preferencia no menor de 5 años. El criterio del 95 por ciento sugerido por la OACI y la FAA es aplicable para todas las condiciones climáticas.

Ya que las aeronaves se han convertido en medios más pesados, las disposiciones de pistas de vientos cruzados es ahora de menor importancia en grandes ciudades, donde generalmente existe una dirección prevaleciente del viento. Sin embargo, pistas de vientos cruzados son operadas en muchos aeropuertos donde los vientos varían considerablemente con respecto a la dirección prevaleciente.

La utilización de una pista, o de pistas combinadas, se determina de manera más fácil mediante el uso de una "rosa de vientos", que es realizada con la compilación de registros tabulares de los porcentajes de incidencia del viento en cuanto a dirección y velocidades. Las direcciones están en referencia al norte geográfico.

Para una presentación clara, existen tablas que muestran los registros del porcentaje de tiempo en los que el viento incide con determinados rangos de velocidades (expresados en nudos) con la dirección registrada del más cercano de 16 puntos "de compás" con incrementos de 22.5° a lo largo de una circunferencia, como la que se muestra a continuación:

Dirección del viento	Porcentaje de los vientos			Total
	7~24 km/h (4~13 kt)	26~37 km/h (14~20 kt)	39~76 km/h (21~41 kt)	
N	4,8	1,3	0,1	6,2
NNE	3,7	0,8	---	4,5
NE	1,5	0,1	---	1,6
ENE	2,3	0,3	---	2,6
E	2,4	0,4	---	2,8
ESE	5,0	1,1	---	6,1
SE	6,4	3,2	0,1	9,7
SSE	7,3	7,7	0,3	15,3
S	4,4	2,2	0,1	6,7
SSW	2,6	0,9	---	3,5
SW	1,6	0,1	---	1,7
WSW	3,1	0,4	---	3,5
W	1,9	0,3	---	2,2
WNW	5,8	2,6	0,2	8,6
NW	4,8	2,4	0,2	7,4
NNW	7,8	4,9	0,3	13,0
Viento en calma — [0~6 km/h (0~3 kt)]				4,6
Total				100,0%

FIGURA 3
DATOS RELATIVOS AL VIENTO

El porcentaje de vientos, que corresponde a una dirección dada y a un rango de velocidad, es marcado en el sector adecuado de la rosa de vientos por medio de una escala polar coordinada para la dirección y magnitud del viento. Las direcciones óptimas de una pista pueden ser determinadas a partir de la rosa de vientos, mediante el uso de una banda de material transparente en la cual se trazan tres líneas paralelas equidistantes. La línea media representa la línea central de la pista, y la distancia entre las líneas extremas representa, a escala, dos veces la componente permisible de viento cruzado (15 millas/hr). La banda transparente se coloca sobre la rosa de vientos de modo que la línea central de la banda pase a través del centro de la rosa de vientos. Con el centro de ésta funcionando como pivote, la cinta sobrepuesta es rotada hasta que la suma de los porcentajes incluidos dentro de las líneas extremas de la banda sea máxima. Cuando una de las líneas extremas de la banda transparente divide un segmento de dirección de viento, la fracción es estimada visualmente cerrando al 0.1 por ciento más cercano. Este procedimiento es consistente con la exactitud de los datos de magnitud y dirección del viento.

El siguiente paso consiste en leer la orientación de la pista en la escala exterior de la rosa de vientos, en el punto donde la línea central de la banda transparente cruce la escala de dirección. Debido a que el norte geográfico es usado para la publicación de los datos del viento, esta orientación usualmente será diferente de aquella utilizada para la numeración de las pistas que está basada en la orientación magnética.

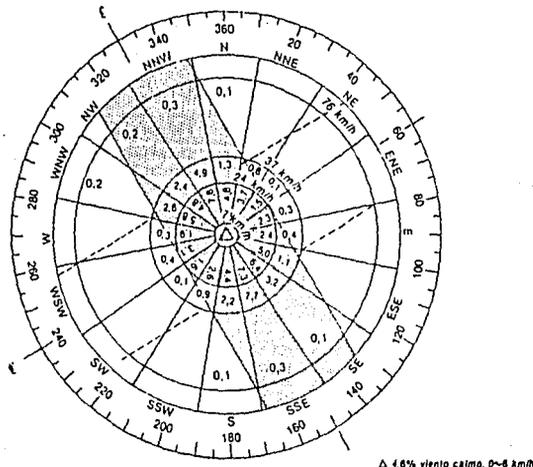


FIGURA 4
ROSA DE VIENTOS TIPICA

2.4 AYUDAS PARA LA APROXIMACION Y EL ATERRIZAJE

2.4.1 INSTRUMENT LANDING SYSTEM (ILS)

El más común de los sistemas utilizados para las maniobras de aterrizaje, en condiciones que requieran la guía instrumentada, es el ILS. Está diseñado para identificar por el piloto una ruta de aproximación que es exacta en alineación y descenso. En su forma extrema está acoplado con equipo de abordaje llevado en cabina, y aunque no es lo más normal o común, puede proveer una maniobra de aproximación y aterrizaje completamente automática.

Consta de dos partes o componentes:

1. Dirección y ángulo, aportada por un localizador VHF (Very High Frequency) y señales de pendiente de planeo UHF (Ultra High Frequency).
2. Distancia, definida por marcadores a lo largo de la maniobra de aproximación.

El equipo terrestre consiste en dos sistemas transmisores altamente direccionales y al menos dos marcadores. La información de navegación es interpretada en el receptor de cabina.

La alineación con la línea central de la pista es controlada por el transmisor localizador direccional, que típicamente es colocado a 300 m (1000 ft) más allá del final de la pista. La desviación, ya sea para la derecha o la izquierda de la línea central extendida de la pista, es desplegada en el receptor ILS. El transmisor de pendiente de UHF manda una señal direccional a lo largo de un plano, en ángulos rectos al localizador, con una pendiente nominal de 2.5° (variando entre 2.0° y 3.2°) con respecto a la horizontal.

La desviación por encima o debajo de dicha pendiente es también desplegada en el receptor de cabina. Con ello, el piloto recibe una indicación precisa y continua de la posición relativa con el azimuth correcto y posición en la trayectoria de la pendiente. Información adicional es aportada al piloto en forma de dos marcadores de baja potencia, sobre los cuales la aeronave pasa a medida que su aproximación a la pista continúa. El marcador externo (OM:Outer Marker) está localizado a una distancia aproximada de 8 km (5 millas) del umbral de la pista, punto en el cual la línea que describe la pendiente está aproximadamente a 430 m (1400 ft) de altitud, y el marcador medio (MM:Middle Marker) se sitúa aproximadamente a 1070 m (3500 ft) del umbral, donde la línea de pendiente se encuentra a 60 m (200 ft) aproximadamente. Indicaciones

visuales son dadas en la cabina cuando el avión pasa primero sobre el marcador externo y luego sobre el marcador medio. Operaciones seguras con los rangos de RVR (Runway Visual Range) y alturas de decisión que corresponden a categorías I, II y III requieren de manera creciente equipos ILS más sofisticados a medida que las condiciones operativas son más limitadas. No obstante el principio del sistema ILS permanece siendo el mismo, para pasar de las operaciones en categoría I a categoría II y de categoría II a categorías III A, III B y III C se requiere mayor precisión operacional. El mismo equipo deberá ser más preciso y las condiciones de su operación más controladas. Como la aproximación final y el aterrizaje son realizados cada vez más con mínimos menores, la aeronave debe recibir señales más exactas desde el localizador y las antenas de línea de pendiente. Se requiere precisión extrema para todas las operaciones de categoría III.

El suministro de una línea de pendiente suficientemente precisa o exacta para estas operaciones no siempre es económicamente posible porque los sistemas ILS en uso dependen de la reflexión de la señal desde el terreno frente a la antena. Frecuentemente, un sistema ILS es instalado y probado una vez determinada la categoría final en la que podrá operar. El intento de mejorar y conseguir una categoría más alta como una III B o una III C resultaría ser excesivamente caro. En la mayoría de los aeropuertos de transporte aéreo, el estado del tiempo podría entorpecer significativamente las operaciones si no se contara con instrumentos en la pista. Sin embargo, una decisión deberá ser realizada en lo referente a la categoría de pista a ser instalada. Para trasladarnos de categoría I a categoría II la operación requiere de un gasto adicional significativo tanto en ayudas visuales como en instrumental para realizar las maniobras de aproximación y aterrizaje. Y más aún, una inversión substancial se requerirá para moverse de categoría II a categoría III. Bajo estas circunstancias el operador deberá realizar una evaluación económica, comparando el costo extra que representaría proveer al aeropuerto de una categoría de operaciones más alta contra el costo y el impacto de cerrar el aeropuerto en el momento en el que se presentaran condiciones ambientales severas.

2.4.2 MICROWAVE LANDING SYSTEM (MLS)

No obstante el ILS nos da un incremento substancial en los servicios del aeropuerto bajo condiciones ambientales pobres, el sistema no deja de ser inconveniente. Introducido como el instrumento estándar de ayuda para la aproximación en 1947, y basado en sistemas militares, requiere un número considerable de antenas para radiar señales suficientemente angostas a las longitudes de onda utilizadas. Estas señales

son afectadas por la presencia de edificios, vehículos y tránsito aéreo. Las mejores señales son obtenidas cuando los rayos son reflejados desde un terreno suave y no rugoso frente a las antenas de la pista. En áreas con topografía accidentada, la respuesta más alta del ILS llega a representar una dificultad e inclusive resulta imposible su instalación.

La categoría exacta que un ILS puede ejecutar está determinada frecuentemente por las pruebas realizadas in situ en este tipo de terreno. La utilización de frecuencias de transmisión por microondas mucho más altas superaría la mayoría de los problemas asociados al ILS. Las antenas de transmisión llegarían a ser mucho más pequeñas y de instalación más fácil. La señal no es susceptible de ser desviada por objetos circundantes y no depende del terreno para la forma y propagación de las señales. A diferencia de la señal de dos rayos del ILS, la guía del sistema de aterrizaje por microondas (MLS) puede ser multidireccional, proporcionando de esta manera múltiples trayectorias de aproximación. El sistema también puede proporcionar al piloto información continua sobre la distancia.

Comúnmente, el ILS es el sistema de aproximación instrumentada de resguardo, y se calcula que sólo se utilizará hasta mediados de los 1970's.

Las especificaciones finales del MLS no han sido acordadas y los aeropuertos han iniciado los cambios en el equipo terrestre que acompañe los cambios similares en el equipo de abordo (en la cabina). Es claro, sin embargo, que la adopción eventual del MLS permitirá una distribución de instrumentos de ayuda para aproximación más amplia y una mejora en los servicios a medida que más aeropuertos adopten este sistema más flexible y de más fácil instalación.

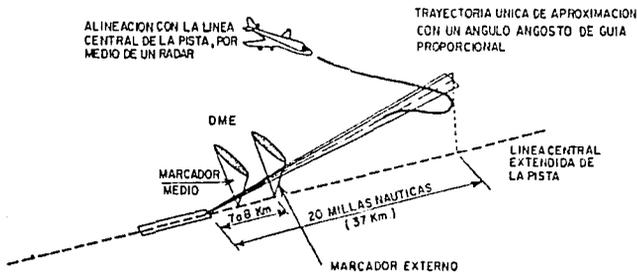


FIGURA 5

APROXIMACION CON ILS

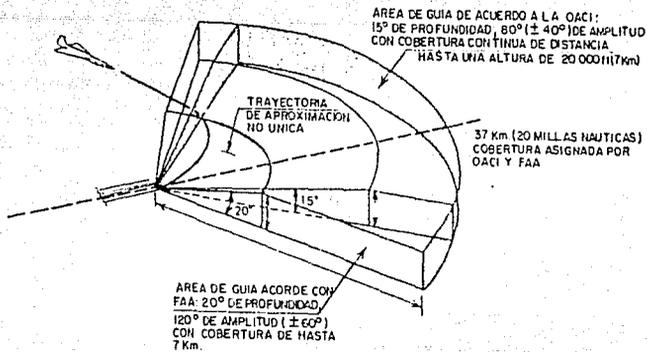


FIGURA 6

APROXIMACION CON MLS

2.4.3 RADAR

Aunque siempre ha habido preferencia de parte de los pilotos por contar con un ayuda que interprete las maniobras de aproximación y aterrizaje, se ha convertido general el reconocimiento de que una ayuda como el radar, localizado en tierra, y que realiza operaciones de control e interpretación, tiene un papel vital que realizar en las operaciones aeroportuarias.

En el papel de aproximación y guía para la realización de este tipo de maniobras de manera precisa, su aplicación de Radar de Aproximación Precisa (PAR: Precision Approach Radar) está en declive. No hay duda, sin embargo, de su utilidad en términos de facilitar llegadas y salidas en áreas ocupadas dentro de la terminal y en términos del consecuente incremento de la capacidad en el espacio aéreo. Existen algunas formas de radar y el Control de Tráfico Aéreo decide cuál de ellas será empleada en un aeropuerto en particular.

Existen dos tipos básicos de radar utilizados en los aeropuertos: radar primario y radar secundario.

Radar Primario: es un sistema de radar en el cual una porción de minuto de una pulsación de radio, transmitida desde el sitio, es reflejada por un objeto y recibida de regreso en aquel sitio para procesarla y desplegarla para facilitar el control del tráfico aéreo.

Un rayo angosto de radar que barre a través de 360° de azimuth y se asemeja mucho a un rayo invisible buscador, el radar primario "ilumina" objetivos o blancos (aeronaves) con una energía que es reflejada y desplegada como una pequeña luz, y su adecuada orientación, en un controlador de alcance del radar. La extensión vertical del rango de cobertura de dicho rayo, es decir su lóbulo, varía de acuerdo al equipo, dependiendo especialmente de las características de la antena. Para utilización en aeropuertos y terminales aéreas, este tipo de radar informará de toda aeronave dentro de su campo de cobertura, pero únicamente indicando su posición, sin aportar la altitud de vuelo. Tradicionalmente, las carátulas de los radares han sido diseñadas para trabajar en un ambiente oscuro. Sin embargo, nuevas carátulas brillantes han sido desarrolladas, que pueden ser observadas en un ambiente de luz normal y aún muy brillante. Se presume que estas carátulas son localizadas en algunas de las torres de aeropuertos de gran movimiento. El equipo indicador de torre de radar brillante (BRITE: Bright Radar Indicator Tower Equipment) no es utilizado para propósitos de control, sino solamente para proporcionar información de una aeronave que llega al aeropuerto.

Una versión especializada del radar primario es usada en algunos aeropuertos para proporcionar una fotografía de radar (mapa) de la superficie aérea. Este es bastante útil, especialmente cuando las operaciones tienen lugar en un ambiente con baja visibilidad, de manera que los controladores pueden dar instrucciones de circulación aún y cuando la aeronave no sea visible desde la misma torre. En condiciones especiales de baja visibilidad, cuando las categorías de aterrizaje II o III tienen lugar, es esencial contar con esta ayuda para mantener el seguimiento de los vehículos que podrían estar en áreas operacionales.

Relativamente, en un número pequeño de aeropuertos donde el terreno local u otras condiciones hacen imposible la colocación e instalación de un equipo ILS, pero donde la capacidad de realizar maniobras con precisión instrumentada es requerida, el radar de aproximación precisa (PAR: Precision Approach Radar) es instalado. Consta de dos elementos: un radar primario de tipo normal de un rango muy corto pero de alta definición y un radar que asocia altura-localización que rastrea un segmento vertical de pendiente de planeo. Bajo el uso simultáneo de las imágenes que proporcionan ambos radares, el plano y el vertical, un controlador del radar puede proporcionar a una aeronave en aterrizaje instrucciones precisas de alineamiento y altura, de manera que la misma podrá tocar tierra. En este caso, no existe instrumentación asociada en la cabina; el piloto relega la guía precisa dada a él por un controlador, mediante un radio.

La antena para un radar primario normal es montada con frecuencia por debajo de la antena del radar secundario.

Radar Secundario (SSR: Secondary Surveillance Radar): Este es un sistema de radar en el cual el objeto a ser detectado es adecuado con equipo cooperativo en la forma de un radio receptor/transmisor, llamado Transponder. Los impulsos del radar transmitidos desde el buscador (transmisor/receptor) son recibidos en el equipo cooperativo y utilizados para disparar una transmisión distintiva desde el transponder. La transmisión de respuesta, más que una señal reflejada, es recibida de regreso y el transmisor/receptor la procesa y la despliega para facilitar el control del tráfico aéreo.

Aunque la utilización del término "radar" se ha desvirtuado, de alguna manera, este sistema interrogador-contestador es clasificado como un sistema radar.

A diferencia del radar primario, que únicamente "ilumina" a la aeronave mediante pulsaciones que son reflejadas (respuesta pasiva), la transmisión del secundario dispara respuestas desde el transmisor de la aeronave (transponder). Actualmente este equipo se ha convertido en vital para el control del tráfico aéreo en terminales aéreas de gran movimiento y otro tipo de espacios aéreos controlados.

Las señales actuales de respuesta de la aeronave son procesadas en receptor terrestre por medio de computadoras, y así, los resultados aparecen en la pantalla del radar del controlador como datos alfanuméricos. La cantidad de información varía en función del "modo" empleado.

- * Modo A. Identifica la aeronave y su posición.
- * Modo A/C. Identifica la aeronave, su posición y también proporciona una lectura correspondiente a la altura de vuelo.

En el caso del modo A/C, se ha incorporado una adaptación al seguidor, de manera que también proporcionará la velocidad registrada en tierra, en la pantalla del radar. Esto puede ser utilizado inclusive para predecir la trayectoria y proveer la información adecuada al controlador para tomar las precauciones de un posible conflicto. Los sistemas posteriores SSR pueden automáticamente direccionar o interrogar una aeronave específica. En la Gran Bretaña este tipo de equipo es conocido como sistemas ADSEL (Address Selection); en los Estados Unidos, como sistemas DABS (Discrete Address Beacon Systems). Una especificación común que elimina las pequeñas diferencias entre los dos sistemas ha sido acordada. Esta es conocida como Modo S y proporciona una cadena de datos mediante la cual el control de tráfico aéreo puede dar

mensajes largos a la aeronave, la cual a su vez puede también enviar mensajes largos de regreso. En las primeras etapas del desarrollo del SSR, la OACI asignó los modos reservados D y B, contra el futuro desarrollo, pero éstos probablemente no serán utilizados, debido a que han sido asignados para eventualidades, y se pretende el desarrollo del modo S.

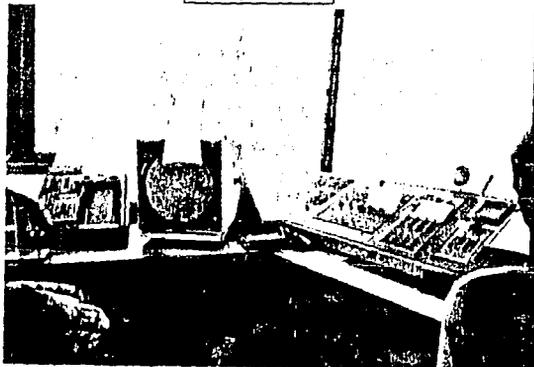
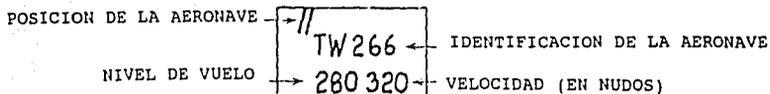


FIGURA 7

BLOQUE DE DATOS DESPLEGADOS EN EL RADAR SECUNDARIO

2.5 ILUMINACION EN LAS PISTAS PARA MANIOBRAS DE APROXIMACION

La guía visual para categorías I, II, III A y III B son llevadas a cabo mediante una combinación de aproximación, umbral, zona de toque de ruedas, orillas de la pista e iluminación del final de la misma, iluminación en las orillas de las calles de rodaje y de la línea central.

La cantidad de iluminación proporcionada incrementa de manera significativa la categoría y así se puede pasar de la I a la III.

La visibilidad oblicua y las condiciones ambientales cerca del terreno ocasionan severas limitaciones y con frecuencia son malas para la aproximación, incluso con iluminación, ya que en las etapas finales de la maniobra, las

primeras señales luminosas provienen de la zona de toque de ruedas. A medida que una aeronave continúa la aproximación, el segmento visual permanece constantemente angular y la longitud del terreno se amplía. En condiciones de poca visibilidad, el campo visual de la iluminación en la aproximación puede ser siempre menor que la altura de la nave al terreno. Bajo estas condiciones, las luces en la zona de toque de ruedas proporcionarán la primera guía visual al piloto.

Varias graduaciones en la intensidad de la luz son usualmente controladas desde la torre de control de tráfico aéreo para evitar la posibilidad de cegar al piloto en un aproximación nocturna y proveer suficiente brillantez durante una aproximación diurna en condiciones de poca visibilidad.

2.6 AYUDAS VISUALES PARA LA APROXIMACION

Los sistemas de iluminación para la aproximación dan al piloto información sobre el azimuth del centro de la pista y la ubicación del umbral. Cuando una gran parte de los sistemas de aproximación son visibles, el piloto obtiene una referencia para revisar la línea de desviación lateral con respecto a la línea regular de vuelo (derrape) y el giro. Otros sistemas visuales están disponibles para proveer información en cuanto a la altitud de la aeronave con referencia de la línea de pendiente.

2.6.1 VISUAL APPROACH SLOPE INDICATOR SYSTEM (VASIS)

Es comúnmente la ayuda visual más utilizada y está diseñada para asegurar al máximo la zona despejada para las ruedas sobre el umbral, y para que esté libre de obstáculos en la aproximación final. El propósito de los sistemas de ayuda visual para la aproximación es el de proveer al menos de la información sobre la pendiente por debajo de los 60 m (200 ft) y preferentemente de dar una referencia a través de toda la aproximación final. Diversos sistemas están en uso, de los cuales todos utilizan los mismos principios básicos: VASIS de dos barras, AVASIS de dos barras, VASIS de tres barras, AVASIS de tres barras, TVASIS y ATVASIS.

VASIS DE DOS BARRAS

Este sistema consta de dos pares de barras de luces colocados en los flancos de la pista, de manera simétrica, uniendo el punto origen de la pendiente de aproximación sobre la línea central, en la zona de toque de ruedas. Los límites de la correcta aproximación están definidos por los planos de

arriba y abajo que se encuentran con la línea central de la pista en puntos determinados, conocidos como viento arriba y viento abajo (upwind y downwind). El límite viento arriba está definido por la longitud de la pista y la configuración; el límite viento abajo, es definido por una zona libre de obstáculos establecida como requisito.

Las unidades individuales VASIS, proyectan un rayo compuesto de luz roja-blanca, con la parte blanca por arriba del rayo. Puede ser visto de manera que un piloto en una trayectoria de aproximación correcta de un sistema de dos barras observa las barras de viento arriba señalando rojo y las barras de viento abajo señalando blanco. Si la trayectoria es muy alta, ambas barras mostrarán la indicación blanca, y si por el contrario, la maniobra se realiza a una altura muy baja, ambas barras indicarán el color rojo. Cuando la aproximación es bastante baja, la señal se funde en una barra ancha de color rojo. El estándar del sistema de dos barras VASIS es de 12 luces, 3 en cada una de las 4 posiciones.

2.6.2 PRECISION APPROACH PATH INDICATOR (PAPI)

Aunque los sistemas VASIS y TVASIS ofrecen asistencia visual considerable a los pilotos durante la aproximación final, han sido sujetos a varias críticas desde su inclusión. El sistema VASIS tiende a dar una aproximación oscilatoria a medida que el piloto se mueve entre los planos de aproximación límite por arriba y por abajo, lo cual repercute en una zona de aterrizaje dispersa. Los sistemas son imprecisos por abajo de los 60 m (200 ft), no cuentan con ayudas (equipo de apoyo) si es utilizado en una aproximación de tipo no estándar; en un día nublado, el rojo es difícil de determinar desde la zona rosa, la cual puede ser por arriba de 3/4 de grado.

El sistema VASIS de tres barras tiene un corredor de aproximación por arriba que es 20 min más inclinado que el corredor bajo. Ambos, los sistemas de dos y tres barras, requieren de una considerable revisión de vuelo y mantenimiento para que permanezcan en operación.

El sistema TVASIS, que no releva el cambio de color excepto en el caso de una situación severa de un error de infravuelo, evita algunos de los problemas del sistema VASIS; es más adecuado para trayectorias múltiples de aproximación y de ahí que es más flexible. Sin embargo, los sistemas son más complejos que los VASIS y requieren procedimientos de asentamiento más difíciles y un mantenimiento más preciso.

El sistema PAPI fue introducido para aliviar o vencer estas desventajas. Es un sistema de luces de dos colores, utilizando unidades selladas que proporcionan un rayo bicolor, blanco en la parte de arriba y rojo en la parte baja. Las unidades selladas son visibles hasta a 7 km desde el umbral,

son más fáciles de instalar y mantener y capaces de una interpretación de múltiples trayectorias y por lo tanto, más flexibles.

Uno de los problemas con el VASIS ha sido la escasez de una transición inmediata de un color a otro, lo cual origina sombras de colores. El PAPI resuelve este problema al proveer una transición inmediata de uno a otro color como reacción a la maniobra descendente de planeo de la aeronave. Otra de las ventajas de este sistema es que el mismo está constituido por una barra, en contraste con las dos barras del sistema VASIS. Esto dará como resultado mayores ahorros económicos en los costos de operación y mantenimiento que los que se tienen con el VASIS, y elimina para los pilotos la necesidad de observar a las dos barras para obtener las indicaciones correspondientes a la pendiente de planeo. Ello indica que la aproximación es más precisa que con el sistema VASIS y la maniobra no está sujeta a la misma oscilación.

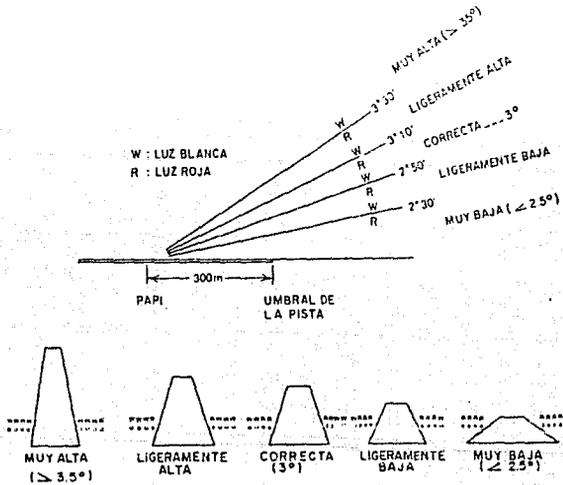


FIGURA 8
INDICACIONES VISUALES DEL PAPI

2.7 LICENCIA DE AEROPUERTO

El principio de las responsabilidades del manejo central en cuanto a aspectos de seguridad en el transporte público, se extiende inclusive al otorgamiento de licencias a los

aeropuertos. Aspectos públicos son analizados de manera primaria para garantizar la seguridad de la aeronave y pasajeros y, consecuentemente, aquellos elementos que conforman el sistema operativo aeroportuario que se vinculan con la misma.

En la mayoría de los países se hace obligatorio el otorgamiento de licencias para aeropuertos de itinerario fijo o de tipo charter. Además, las autoridades de aviación civil de algunos países exigen que el aeropuerto utilizado para entrenamiento aéreo deberá estar registrado y contar con la licencia requerida. Normalmente se emiten dos tipos de licencia o permiso: de uso público y de uso ordinario. La diferencia esencial entre ambos consiste en que un aeropuerto de uso común deberá dar servicio a cualquier tipo de operador, sin algún tipo de discriminación, mientras que el aeropuerto de uso o categoría ordinaria podrá imponer restricciones si el dueño del mismo lo requiere.

Tipicamente, el campo aéreo de una aeronave específica cae dentro de la segunda categoría.

Los requisitos para que un aeropuerto obtenga la citada licencia son señalados de acuerdo a reglamentos nacionales, en donde se especifican ciertos parámetros que deben ser cumplidos en relación a: las áreas pavimentadas, áreas de seguridad, señalamiento de pistas, servicios de rescate y bomberos, manejo y almacenamiento de materiales peligrosos, planes de emergencia, protección pública, etc.

En general, el propietario de la licencia tendrá que satisfacer a la autoridad reglamentadora en varios conceptos, por ejemplo, en cuanto a que:

1. Las áreas de operación del aeropuerto estén a salvo en éste y en sus inmediaciones.
2. Las facilidades aeroportuarias estén acorde con los tipos de operaciones que se lleven a cabo.
3. El personal sea competente y capaz de manejar los aspectos de seguridad del aeropuerto.

2.8 PISTAS

A fin de proporcionar orientación a los planificadores de aeropuertos, y cierto grado de uniformidad en las instalaciones de aterrizaje de los mismos, la OACI ha establecido los correspondientes criterios que involucran anchuras y pendientes de las pistas y otras características del área de aterrizaje, los cuales deberán tener en cuenta las amplias variaciones del funcionamiento de las aeronaves, de las técnicas de pilotaje y de las condiciones meteorológicas.

Debido a las grandes extensiones de terreno que requieren y a su relación con los grandes espacios aéreos necesarios para las operaciones de las aeronaves, las pistas y las calles de rodaje relacionadas con las primeras son el punto de partida para el trazo del aeropuerto. Sin embargo, tienen que proyectarse en relación con los otros elementos principales de operación, tales como: las zonas de pasajeros y carga, incluyendo plataformas y edificios, estacionamiento de vehículos, accesos por tierra y servicios de tránsito aéreo, etc., con el objeto de mantener todas las partes del sistema equilibradas. Este es un proceso que requiere continuas revisiones y ajustes, a fin de obtener una configuración de aeropuerto que ofrezca la máxima eficiencia general. Dado que las pistas y las calles de rodaje son los elementos menos flexibles de un aeropuerto, tendrán que considerarse en primer lugar.

Las pistas se identifican normalmente mediante los siguientes elementos principales:

- a) el pavimento estructural que soporta el peso del avión;
- b) los márgenes adyacentes al pavimento estructural, proyectados para resistir la erosión debida al chorro de los reactores y la circulación de los equipos de mantenimiento y el servicio de patrulla;
- c) la franja de pista, que incluye el pavimento estructural, los márgenes, y un área que se ha despejado, drenado y nivelado. Dicha área deberá soportar el peso de los equipos de incendio, de salvamento y de remoción de la nieve en condiciones normales, así como también proporcionar soporte a las aeronaves, en caso de que salgan del pavimento;
- d) el sector contra chorros, que es un área destinada a evitar la erosión de las superficies adyacentes a los extremos de las pistas que estén sujetas al prolongado o repetido chorro de los reactores. Esta área está pavimentada;
- e) el área de seguridad del extremo de pista, que es un área destinada a reducir los accidentes de las aeronaves que hacen aterrizajes demasiado cortos o que rebasan la pista;
- f) una zona de parada (zona adicional de pavimento), que se prolonga rebasando el extremo de la pista. El pavimento de la zona de parada debe tener la resistencia suficiente para soportar ocasionalmente el peso de las aeronaves. La longitud de la zona de parada no se incluye en la

longitud de la pista; sin embargo, la administración del aeropuerto puede especificar que pueden utilizar la zona de parada con el fin de determinar la masa de despegue autorizada de una aeronave. La longitud adicional del pavimento de despegue permitirá aumentar la masa de despegue de la aeronaves, utilizando la longitud de la pista más la de la zona de parada, para calcular la longitud total de pavimento disponible en el caso de despegue frustrado.

- g) una zona libre de obstáculos, que es una zona no pavimentada situada más allá del extremo de la pista. Esta zona libre de obstáculos, puede aumentar la masa de despegue autorizada de una aeronave, dado que la velocidad de ascenso inicial de la aeronave puede reducirse, debido a que al administrador se le ha asegurado que no existen obstáculos en dicha zona. Deberá observarse que el uso de las zonas libres de obstáculos y de las zonas de parada, para determinar la masa de despegue autorizada de una aeronave, no es un proceso común de utilización por la mayoría de los explotadores de aeronaves; sin embargo, puede constituir un método eficaz para aumentar la masa de despegue autorizada, en ciertas condiciones.

Existen diversas normas que gobiernan los pesos de las aeronaves para las operaciones de despegue y aterrizaje, en las que se especifican los requerimientos del funcionamiento, relacionados con las longitudes de pista disponibles.

Las regulaciones correspondientes a las aeronaves de turbina consideran los tres siguientes casos generales para el establecimiento de la longitud de una pista, en condiciones seguras de operación:

1. Despegue normal en el que todos los motores estén funcionando, para lo cual se requiere una pista suficiente para soportar las variaciones en las técnicas de levantamiento y desempeño de las aeronaves.
2. Despegue con falla de un motor, para lo cual es requerida una pista suficiente que permita a la aeronave la continuación de la maniobra a pesar de la pérdida de potencia, o mayor distancia para permitir el frenado total.
3. Aterrizaje, en el que se requiere suficiente longitud de pista que permita la variación normal en las técnicas de aterrizaje, excesos en la maniobra, aproximaciones de baja calidad y similares.

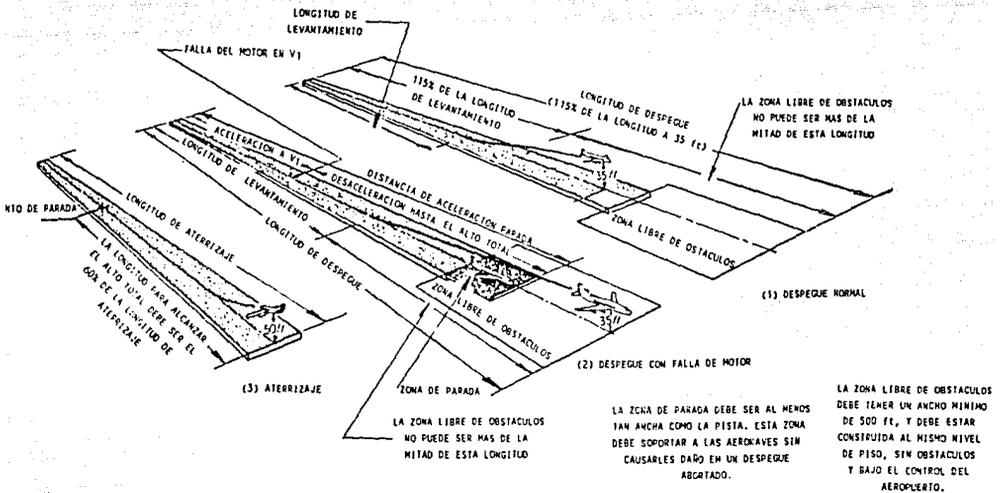


FIGURA 9 IMPACTO DEL DESEMPEÑO DE LAS AERONAVES EN LA LONGITUD DE PISTA

Para aeronaves de motores de pistón los principios de las regulaciones señaladas anteriormente son usadas, excepto el primer criterio.

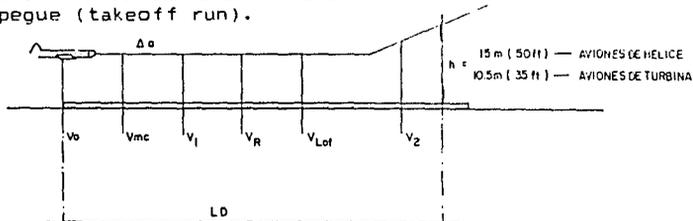
La longitud de pista necesaria en un aeropuerto, por un tipo particular de aeronave impulsada por turbinas, se establece por uno de los tres casos, aquél que determine la longitud mayor.

Las regulaciones aplicadas, tanto a aviones de turbina como de pistón, consideran la pista con una resistencia total del pavimento. En cualquier discusión sobre el efecto de las regulaciones en la longitud de la pista será importante notar que las reglas actuales para las aeronaves de turbina no requieren de una pista (como tal) para la distancia de despegue total, mientras que los aviones de pistón si la requieren.

Para el caso de aterrizaje, las regulaciones establecen que la distancia de éste, necesaria para cada aeronave que utilice el aeropuerto, deberá ser suficiente para permitir que la aeronave llegue al alto total (SD: Stop Distance), dentro del 60 por ciento de esta distancia, considerando que el piloto realizará la aproximación a la velocidad apropiada y que cruzará el umbral de la pista a una altura de 50 ft. La

distancia de aterrizaje deberá referirse a pavimento con resistencia total. La distancia de aterrizaje para aviones de pistón se define de la misma manera.

El caso normal, despegue con todos los motores, define una distancia de despegue (TO: Takeoff Distance), que para un peso específico de aeronave, deberá ser del 115 por ciento de la distancia actual que la aeronave utiliza para alcanzar la altura de 35 ft. Toda esta distancia no debe ser de un pavimento de resistencia total, ya que las técnicas de los pilotos varían muy poco como para necesitar de toda ella antes de elevarse del piso. Lo que si es necesario, es que toda esta distancia esté libre de obstrucciones para proteger a la aeronave en contra de un despegue que pueda ir más allá de la distancia calculada (disponible). Consecuentemente, las normas permiten el uso de una zona libre de obstáculos (CL: Clearway) como parte de esta distancia. Se define la zona libre de obstáculos como un área más allá de la pista, con una longitud no mayor de 500 ft, localizada centralmente con respecto a la línea central de la pista, y bajo el control de las autoridades del aeropuerto. La zona libre de obstáculos se expresa en términos de un plano, que se extiende a partir del fin de la pista con una pendiente ascendente que no excede el 1.25 por ciento, por arriba del cual ningún objeto ni porción de terreno sobresalga, excepto las luces del umbral que si pueden sobresalir el plano si su altura por arriba del final de la pista no es mayor de 26 pulgadas y si ellas están colocadas en cada lado de la pista. Hasta una mitad de la diferencia entre el 115 por ciento de la distancia para alcanzar el punto de elevación, la distancia de elevación de ruedas, y la distancia de despegue debe ser zona libre de obstáculos. Se reitera que la distancia de elevación de ruedas (o de levantamiento) deberá ser de pavimento con resistencia total, y ella es identificada como la distancia o camino de despegue (takeoff run).



- | | |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V_0 = VELOCIDAD CERO (AVION EN REPOSO) | V_{Lof} = VELOCIDAD TEORICA DE LEVANTAMIENTO (CUANDO LA SUSTENTACION ES IGUAL QUE EL PESO DE LA AERONAVE) |
| V_{mc} = VELOCIDAD MINIMA DE CONTROL | V_2 = VELOCIDAD MINIMA DE ASCENSO |
| V_1 = VELOCIDAD "1" (ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE DE LA AERONAVE) | LD = LONGITUD DE DESPEGUE |
| V_R = VELOCIDAD DE ROTACION | Δa = INCREMENTO DE ACCELERACION |

DESEMPEÑO DE UNA AERONAVE EN LA MANIOBRA DE DESPEGUE

Para el caso de falla de motor, las normas especifican que la distancia de despegue requerida es la distancia actual para alcanzar una altura de 35 ft, con ningún porcentaje aplicado, como en el caso de despegue con todos los motores. Ello reconoce la poca frecuencia de que ocurra la falla del motor. Nuevamente las regulaciones permiten el uso de una zona libre de obstáculos, en este caso hasta una mitad de la diferencia entre la distancia de levantamiento y la distancia de despegue, recordando que el pavimento deberá ser de resistencia total para toda la distancia de despegue.

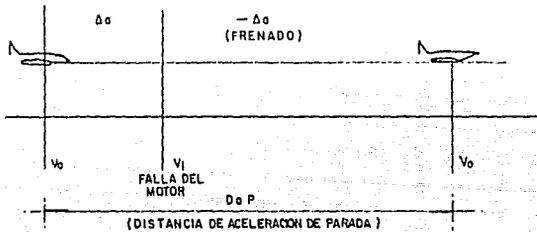
Como fue mencionado anteriormente, el caso de falla de motor requiere de una distancia suficiente que permita la detención total de la aeronave en lugar de continuar el despegue. Esta distancia es conocida como la distancia de aceleración parada (DAS: Accelerate-Stop Distance). Para aeronaves de motores de pistón, solamente pavimento de resistencia total es utilizado normalmente para este propósito. Las regulaciones para aeronaves de turbina, sin embargo, reconocen que un despegue abortado es relativamente raro y permiten el uso de pavimento menos resistente, conocido como de parada (SW: Stop Way), correspondiente a la zona de aceleración parada más allá de la zona de despegue (takeoff run), con un ancho no menor al de ésta última, ubicada centralmente respecto a la extensión de la línea central de la pista, y diseñada por las autoridades aeroportuarias para el uso en la desaceleración de la aeronave durante un despegue abortado. Para que sea considerada como tal, la zona de parada deberá ser capaz de soportar la aeronave durante un despegue abortado sin la inducción de algún daño estructural para ésta.

La longitud de campo (FL: Field Length) requerida, está constituida de tres componentes, en especial: el pavimento con resistencia estructural total (FS: Full Strength), el pavimento con resistencia parcial o zona de parada (SW), y la zona libre de obstáculos (CL).

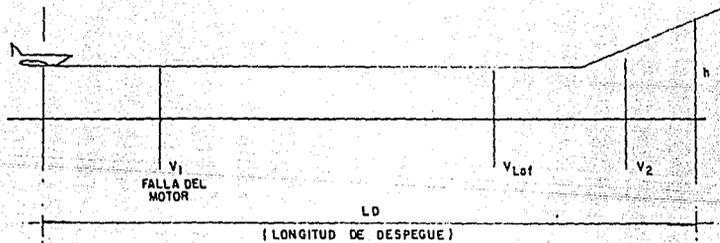
Es aparente que ambas, la zona de despegue y la zona de aceleración parada dependerán de la velocidad que la aeronave haya adquirido cuando uno de los motores falle. La velocidad para la cual se asume que la falla del motor ocurra es seleccionada por la empresa manufacturadora de la aeronave y es referida como la velocidad crítica de falla de motor V_1 . Si un motor falla antes de esta velocidad seleccionada, el piloto deberá romper el despegue y parar la aeronave. Si el motor falla a una velocidad mayor que esta V_1 , el piloto no tiene alternativa sino continuar el despegue.

Ya que para aeronaves con motores de pistón el pavimento de resistencia total es usado normalmente para toda la zona de aceleración parada y para la zona de despegue, y utilizado para seleccionar la velocidad V_1 , de manera que la distancia

requerida para detenerse a partir del punto donde V_1 fue alcanzada, es igual a la distancia (desde el mismo punto) para alcanzar una altura específica por arriba de la pista. La longitud de ésta última, que se establece con estas bases, es referida al concepto de campo balanceado o pista balanceada y resulta la pista más corta. Para aviones de turbina, la selección de V_1 bajo estas bases no resultará necesariamente en la pista más corta si una zona libre de obstáculos o una zona de parada es provista. Por esta razón es necesario el entendimiento de las interrelaciones entre V_1 y los varios componentes de la distancia de despegue y de la zona de aceleración parada. Por ello, cuando se incrementa la velocidad V_1 , la distancia de despegue llega a ser más corta porque la aeronave obtiene el beneficio de la aceleración de todos los motores para porciones de despegue mayores, pero la distancia de aceleración parada se incrementa, correspondientemente.



(a) DESPEGUE ABORTADO



(b) DESPEGUE COMPLETO

FIGURA 11

FALLA DE MOTOR EN LA VELOCIDAD V_1

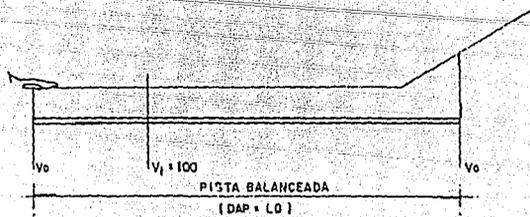
Cuando las zonas libres de obstáculos y las zonas de parada son utilizadas, algunas alternativas posibles son:

1. Si es seleccionada la misma V_1 en el concepto de pista balanceada, las longitudes de la zona libre de obstáculos y de la zona de parada son las mismas. Ello significará que la pista de resistencia total puede ser acortada en una distancia igual a la zona libre de obstáculos, pero la zona de parada tendrá que ser construida con una longitud de campo mayor.
2. Otra alternativa (1er. caso), es la de seleccionar V_1 a modo de balancear la distancia de aceleración parada y la longitud de despegue (takeoff run). En este caso la pista de pavimento de resistencia total será menor que la anterior y no se requerirá de una zona de parada. Por ello la pista ha sido recortada, pero sí se necesitará de una zona libre de obstáculos.
3. Una alternativa más (2o. caso), es seleccionar una V_1 suficientemente alta, para reducir la distancia de despegue; pero cuando esto ocurre, la longitud de la zona de aceleración parada se incrementa notablemente. Para este caso la longitud de la pista se reduce, pero debe ser provista la zona de parada, debido a la gran distancia de aceleración parada. Esta alternativa puede ser ventajosa para el operador en aeropuertos donde existan obstáculos cerca de los finales de las pistas.

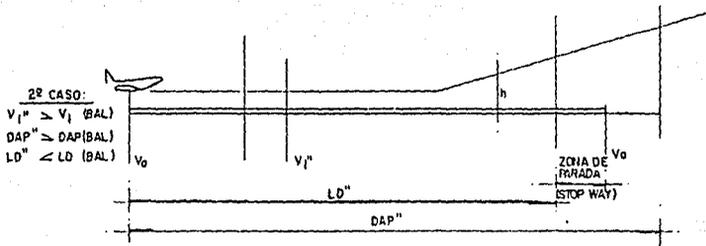
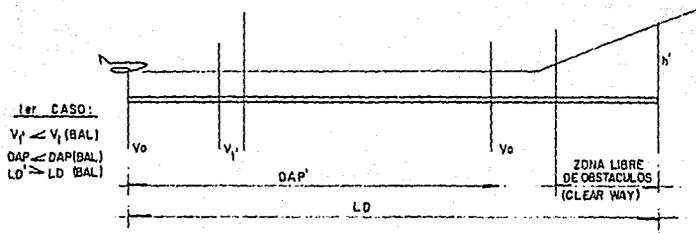
En estos términos, uno puede ver que las normas relacionadas con las aeronaves de turbina ofrecen un buen número de alternativas para el operador del avión. Debe enfatizarse que la distancia de despegue, para el caso de falla de un motor, debe ser comparada con la correspondiente distancia para el caso normal de despegue con todos los motores. La distancia más grande siempre regirá.

A partir de lo indicado, podemos decir que la longitud de una pista está íntimamente asociada con las altitudes, velocidades y otros requerimientos especificados en las regulaciones del desempeño de las aeronaves.

Vale la pena mencionar, también, que los operadores de aeronaves y las administraciones de los aeropuertos están interesados en las zonas libres de obstáculos, porque ellas permitirán al operador, para una longitud de pista disponible, un peso de despegue adicional, con menor gasto para la administración central, economizando así en la construcción del pavimento de resistencia total, en comparación con la construcción que se requeriría sin esas zonas libres.



(a) PISTA BALANCEADA



(b) MODIFICACION DE LA LONGITUD DE DESPEGUE Y DE LA DISTANCIA DE ACCELERACION PARADA CUANDO LA VELOCIDAD v_1 VARIA

Más aún, ha sido asumido que si se dispusiera de una longitud suficiente de pista, una aeronave podría despegar con su máximo peso estructural. Sin embargo, éste no sería el caso, particularmente si el clima fuera muy cálido y el aeropuerto estuviera localizado a una gran altitud. Las diferentes regulaciones establecen que la aeronave debe ser capaz de elevarse con un motor inoperante en gradientes (pendientes) no menores que los mínimos especificados. Este funcionamiento debe ser demostrado sin obstáculos en la pendiente de planeo. En días calurosos y a grandes altitudes, una aeronave probablemente no será capaz de elevarse a los gradientes mínimos especificados cuando el despegue involucre al máximo peso estructural. En consecuencia, el peso deberá ser reducido hasta que los requerimientos de elevación sean conseguidos. El peso resultante es conocido como peso límite o peso máximo autorizado. Este es el peso al que la pista debe adecuarse porque un operador no será capaz de tomar ventaja de cualquier pista más larga.

Por ejemplo, al nivel del mar y a una temperatura de 27°C, el máximo peso permitido para el despegue de un Boeing 747 es de 322 toneladas. Ello corresponde a su máximo peso estructural de despegue. Con la misma temperatura, pero a una altitud de 607 m, el máximo peso permitido es reducido a 300.5 toneladas, que corresponde al peso límite de elevación. Si a una altitud de 607 m no hubiera restricciones de elevación, la longitud de la pista requerida para un peso de 322 ton, máximo peso estructural, sería de 4 084 m. Sin embargo, la longitud de la pista para el peso límite de elevación de 300.5 ton es de 3 383 m. Por ello, cualquier longitud mayor de 3 383 m no sería usada por el operador de la aeronave cuando la temperatura fuera de 27°C.

Y más aún, no se ha hecho mención sobre los obstáculos, en algunos casos llamados obstrucciones, a lo largo de la pendiente de planeo. Si hay alguno y está ubicado lo suficientemente alto, el peso de despegue disponible puede ser reducido considerablemente para proveer una zona despejada adecuada para la pendiente de planeo, por arriba de estos obstáculos.

El peso correspondiente al que nos referimos es llamado con frecuencia peso límite por obstáculos.

Los requerimientos para la elevación y el libramiento de los obstáculos son muy complejos. Las regulaciones para la elevación se aplican a la pendiente de planeo después del despegue, desde un punto en el que la aeronave ha alcanzado una altura de 11 m por arriba de la superficie del pavimento con un motor inoperante, hasta una altura de 460 m. La pendiente de planeo de despegue es dividida en varios segmentos, conocidos como el primer segmento, segundo, tercero y cuarto o final. En algunas ocasiones el tercer segmento y el final son llamados segmento de transición. Cabe hacer notar que para cada segmento existen algunos gradientes de elevación

mínimos especificados, que dependen del número de motores de la aeronave. Los gradientes más extensos están en el segundo segmento, y por ello este segmento es considerado normalmente como el crítico para la determinación de los pesos límite de elevación. Este segundo segmento inicia en el punto donde el tren de aterrizaje es retraído (guardado) y finaliza cuando la aeronave alcanza una altura de 120 m (400 ft) por arriba del final de la pista. En el segmento de transición, el operador de la aeronave tiene las opciones de elevar a la misma de varias maneras mientras el gradiente no sea menor que el especificado.

Los porcentajes de elevación establecidos no serán aplicables si existen obstáculos suficientemente altos a lo largo de la pendiente de vuelo. Es necesario definir una pendiente de vuelo que libre aquellos obstáculos, acorde con las regulaciones. Estas últimas requieren que la pendiente neta de vuelo de despegue con un motor inoperante libre el obstáculo por una distancia no menor de 11 m (35 ft).

Utilizando el ejemplo anterior, supóngase que existe un obstáculo a 37 m de altura, a una distancia de 1 040 metros, a partir del punto final de despegue de la pista. El peso límite por obstáculos para esta condición es de 299 ton, un poco menos que el peso límite de elevación de 300.5 ton. La longitud de pista correspondiente para el primer peso indicado es de 3 322 m. Sin embargo, si fuera posible bajar o remover el obstáculo, la aeronave estaría aún limitada a su peso máximo de elevación de 300.5 ton. La remoción del obstáculo reduce el peso castigado de 24.5 ton a 21.8 ton. Y más allá de esto, no hay nada que se pueda hacer para reducir aún más el castigo en peso mas que ajustar la velocidad V_1 al límite para disponer de pista suficiente. Este ejemplo señala la importancia de la selección del sitio para la construcción del aeropuerto y de que éste deba estar relativamente libre de obstáculos a lo largo de la pendiente de vuelo, y tan cerca del nivel del mar como sea posible, particularmente si es necesario para la aeronave volar con un peso muy cercano al máximo estructural de despegue cuando la temperatura atmosférica sea alta.

Hasta el momento ha sido mostrada la manera en la que los requerimientos impuestos pueden influir en la longitud de la pista. Ciertas condiciones en el aeropuerto también pueden influir. Las más importantes de éstas son: la temperatura, el viento de superficie, el gradiente (o pendiente) de la pista, la altitud del aeropuerto y la condición de la superficie de la pista. El efecto de estas condiciones en la longitud de la pista puede ser únicamente aproximado. Sin embargo, los órdenes de magnitud al respecto pueden ser benéficos para la planeación y así se consideran.

2.9 CALLES DE RODAJE

Las calles de rodaje se consideran los puntos de conexión entre las pistas y los puntos de estacionamiento (de manera global, las plataformas). Dado que las velocidades de las aeronaves en las calles de rodaje son considerablemente menores que en las pistas, los criterios en cuanto a sus dimensiones no son tan estrictos, como en el caso de las pistas.

Deberán construirse márgenes en las calles de rodaje, ya que el chorro de los reactores de las aeronaves en rodaje causa la erosión de las áreas adyacentes a ellas. La necesidad de construir márgenes de las calles de rodaje dependerá de la frecuencia de utilización de los aviones de reacción, del estado del suelo y del costo de mantenimiento de las áreas cubiertas de césped adyacentes a las calles de rodaje.

De éstas se pueden considerar dos tipos:

- Calles de entrada, asociadas con los procesos de despegue de las aeronaves, las cuales se tendrán que conectar con las cabeceras de las pistas, y
- Calles de salida, asociadas a procesos posteriores al aterrizaje de las aeronaves.

La función de las calles de salida es reducir al mínimo el tiempo de ocupación de las pistas por las aeronaves que aterrizan. Las calles de salida pueden construirse en ángulo o en otro ángulo, con respecto a la pista.

De ahí, se pueden denotar tres grandes grupos de calles de rodaje de salida:

- Calle de salida en ángulo recto o de velocidad cero, la cual puede tener deflexiones que varían desde 60° hasta 160° . Las velocidades de salida de la pista de las aeronaves serán muy cercanas a la de 0 km/hr.
- Calle de salida en ángulo, para la cual las deflexiones podrán abarcar un rango que vaya desde 35° hasta 55° . Para esta configuración, las velocidades de salida de las aeronaves estarán en el rango de 64 km/hr (40 millas por hora), aproximadamente.
- Calle de salida de alta velocidad, con deflexiones que varían de 15° a 30° . Las velocidades de salida de la pista que esta configuración permitirá utilizar serán del orden de 96.5 km/hr (60 mph), aproximadamente.

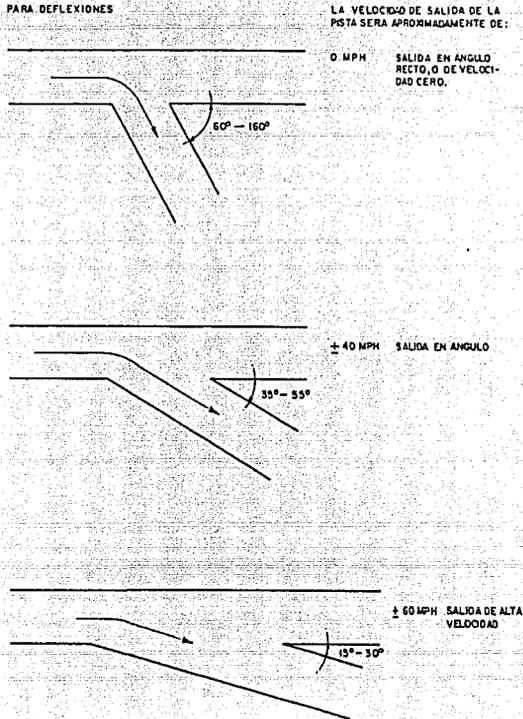


FIGURA 13

CONFIGURACIONES DE CALLES DE RODAJE

Resulta importante destacar que debe existir una distancia en línea recta después de la curva de salida, en las calles de rodaje de salida de alta velocidad, para que la aeronave que sale se detenga en un punto despejado sin obstruir ninguna calle ni pista de intersección. La ubicación de las calles de salida depende de la variedad de aeronaves, de las velocidades de aproximación y de toma de contacto (toque de ruedas), de la velocidad de salida, del régimen de desaceleración, todo lo cual, a su vez, depende del estado de la superficie del pavimento (mojado o seco) y del número de salidas existente.

La rapidez y la manera en que el Control de Tránsito Aéreo pueda despachar las aeronaves de llegada será un factor muy importante en la determinación de las calles de salida, y la ubicación y deflexión de éstas serán a su vez determinantes en la capacidad de las pistas del aeropuerto. El emplazamiento de las calles de salida se ve afectado también por el de las pistas con relación al área terminal.

En la planificación general de los sistemas de calles de rodaje debe evitarse, en lo posible, el rodaje innecesario, ya que eso prolonga el tiempo de rodaje, aumenta el consumo de combustible y el desgaste de la aeronave (y ello aumenta los costos de operación), y las distancias extremadamente largas pueden tener como consecuencia el aumento de temperatura de los neumáticos, hasta un nivel peligroso.

La utilización de una aeronave no puede llevarse a cabo con seguridad, en lo tocante a su circulación por tierra, sin el conocimiento completo de las características de carga de la aeronave y de la resistencia del pavimento del aeropuerto en el cual ha de moverse. La evaluación de los pavimentos constituye un proceso muy complejo, que puede realizarse a base de diversos procesos analíticos.

2.10 CARACTERISTICAS Y DESEMPEÑO DE LAS AERONAVES

2.10.1 CARACTERISTICAS

En la planificación de las instalaciones para las aeronaves, es esencial contar con un conocimiento general de éstas. Las aeronaves utilizadas en los servicios aéreos tienen capacidades de pasajeros que fluctúan desde menos de 20 a más de 500. Las aeronaves de la aviación general, por otra parte, son generalmente mucho más pequeñas en tamaño. Es importante reconocer que factores tales como el peso en vacío, capacidad de pasajeros y longitud de la pista pueden calcularse solamente en una forma muy general para cada aeronave, dado que existen muchas variables que pueden afectarlos.

Las características de las aeronaves son importantes para la concepción de los aeropuertos, por las razones siguientes:

a) Masa. La masa de la aeronave es importante para determinar el espesor de los pavimentos de las pistas, calles de rodaje y plataformas.

b) Tamaño. La envergadura y la longitud del fuselaje ejercen influencia sobre las dimensiones de las plataformas de estacionamiento que, a su vez, afectan la configuración de los edificios para pasajeros. El tamaño determina también la

anchura de las pistas y de las calles de rodaje, así como las distancias entre ellas.

c) Capacidad. La capacidad de pasajeros tiene una influencia decisiva sobre las instalaciones dentro del edificio de pasajeros y de los adyacentes al mismo.

d) Longitud de la pista. Esta ejerce influencia sobre una gran parte del área terrestre necesaria a un aeropuerto. Tan pronto como sea posible, es de suma importancia, también, determinar las necesidades particulares de los transportistas aéreos.

La masa de despegue de las aeronaves de las líneas aéreas principales varía de 33 000 a 351 000 kg. Para las aeronaves más pequeñas de la aviación general, la variación de peso fluctúa entre los 900 y 3 600 kg, mientras que las aeronaves de negocios varían de 6 800 a 25 800 kg. El número máximo de pasajeros transportados por las aeronaves de las líneas aéreas varía de menos de 20 a 500. Por otra parte, las aeronaves más pequeñas de la aviación general transportan de 2 a 6 personas, y las aeronaves de negocios, de menos de 10 a cerca de 30 personas, dependiendo de la configuración interna del avión. Las longitudes de pista de las aeronaves de las líneas aéreas típicas varían de 2 100 a 3 600 m, pero vale la pena observar que no es válido suponer que mientras sea mayor la masa de una aeronave, mayor será la longitud de pista requerida. En el caso de los grandes aviones, especialmente, la distancia de vuelo ejerce influencia sobre la masa de despegue y también sobre la longitud de pista requerida. Por lo tanto, al estudiar la longitud de pista, un cálculo de la distancia de vuelo es muy importante. Las longitudes de pista necesarias para las pequeñas aeronaves de la aviación general raras veces exceden de 600 m, mientras que en el caso de las aeronaves de negocios son del orden de 1 500 m aproximadamente.

Existen diferentes tipos de propulsión de las aeronaves y de medios generadores de empuje. La expresión "motor de émbolo" se aplica a todas las aeronaves propulsadas por hélice, con motores de émbolo alimentados con gasolina. La expresión "turbohélice" se refiere a las aeronaves propulsadas por hélice, con motores de turbina. Unas pocas aeronaves bimotoras de la aviación general y unas pocas aeronaves de línea aérea llevan motores de este tipo. La expresión "turborreactor" se refiere a aquellas aeronaves que no dependen de hélices para su propulsión, pero que obtienen el empuje directamente de un motor de turbina. Las aeronaves reactoras de línea aérea precedentes, especialmente el Comet, los B707 y los DC-8, tenían motores turborreactores, pero éstos fueron eliminados por motores turbofán, principalmente

debido a que éstos últimos son mucho más económicos. Cuando se añade un abanico al frente o a la parte posterior de un motor turboreactor, éste se conoce como "turbofán". La mayor parte de los abanicos se instalan al frente del motor principal. El abanico puede concebirse como una hélice de pequeño diámetro propulsada por la turbina principal del motor. Casi todas las aerogaves de transporte de las líneas aéreas cuentan actualmente con motores turbofán, por la razón anteriormente citada.

2.10.2 DESEMPEÑO DE LAS AERONAVES

Los factores que influyen en la determinación de la longitud de pista pueden agruparse en tres categorías generales:

- 1) Requisitos de funcionamiento impuestos por los organismos reguladores de los países a los fabricantes y operadores de aeronaves.
- 2) Medio ambiente del aeropuerto.
- 3) Aquellos factores que determinan las masas brutas de despegue y aterrizaje de cada tipo de aeronave.

Ciertas condiciones del aeropuerto tienen también influencia sobre la longitud de la pista. Las más importantes de dichas condiciones, son:

- a) Temperatura. Mientras más alta sea la temperatura, mayor longitud de pista se necesita, dado que las altas temperaturas disminuyen la densidad del aire, lo cual resulta en una potencia de empuje más baja. El incremento en la longitud de la pista no sigue una relación lineal con la temperatura.
- b) Viento en la superficie. Mientras mayor sea el viento de frente en una pista, más corta será su longitud necesaria, y a la inversa, un viento de cola aumenta la longitud de pista requerida. El efecto del viento varía, dependiendo en parte de la temperatura y del peso de la aeronave. Sin embargo, las aproximaciones son útiles para la planeación. Para fines de planificación del aeropuerto, es conveniente no utilizar el factor viento, especialmente si sólo prevalecen vientos ligeros en el aeropuerto.
- c) Pendiente de la pista. Una pendiente ascendente exige mayor longitud de pista que una pendiente a nivel o una descendente; la longitud específica de la pista depende

de la elevación del aeropuerto y de su temperatura. Estudios indican que la relación entre un gradiente uniforme y el incremento o el decremento en la longitud de la pista es casi lineal. La información provista por las empresas manufactureras de aeronaves en los manuales de vuelo está basada en pendientes uniformes, aunque la mayoría de los perfiles de las pistas no son uniformes.

- d) Altitud del aeropuerto. En condiciones de igualdad, mientras mayor sea la altitud del aeropuerto, mayor será la longitud de pista requerida. Se debe hacer notar que el incremento no es lineal, y varía con el peso y la temperatura. A grandes altitudes la tasa de incremento es mayor que a bajas altitudes.
- e) Estado de la superficie de la pista. Si la superficie de la pista estuviera contaminada (con aceite, grasa y/o agua), aumentaría la longitud de pista necesaria para despegue y aterrizaje. La cifra concreta depende del tipo de contaminante. La grasa es equivalente a nieve húmeda. Ella tiene una textura resbalosa que origina condiciones de frenado muy pobres. Habiendo un fluido, éste es desplazado al girar a través de las llantas, causando una fuerza retardante (de fricción) significativa, especialmente en la maniobra de despegue. Las fuerzas retardantes pueden ser tan grandes que la aeronave puede no acelerar lo suficiente ni alcanzar la velocidad de despegue. En el proceso, la grasa es rociada sobre la aeronave, situación que incrementa más aún las fuerzas resistentes en el vehículo y pueden causar daño a algunas partes. Experimentos considerables han sido conducidos por diversas instituciones sobre el efecto del agua estancada y la grasa. Como resultado de estas pruebas, las operaciones de los jet están limitadas a no más de 0.5 pulgadas de agua o grasa en el pavimento. Entre 0.25 y 0.5 pulgadas de profundidad, el peso de despegue deberá ser reducido substancialmente para superar las fuerzas retardantes del agua o la grasa. Es por ello importante proveer de un drenaje adecuado a la superficie de la pista para la remoción del agua y los medios adecuados para remover rápidamente la grasa.

Tanto el agua como la grasa originan, como resultado, un coeficiente de fricción para el frenado muy bajo. Cuando las llantas corren sobre la superficie de la grasa o el agua, se genera el fenómeno conocido como hidroplaneo o acuaplaneo. Cuando las llantas "hidroplean", el coeficiente de fricción es del orden del de hielo húmedo y la capacidad de controlar la dirección de la aeronave se pierde completamente.

El fenómeno de acuaplano es una función primaria de la presión de inflado de las llantas y del tipo y dibujo de las mismas.

Para reducir el peligro del hidroplano y para mejorar el coeficiente de fricción de frenado, se sugiere que los pavimentos de las pistas sean acanalados, en una dirección transversal.

Un estudio de las condiciones climatológicas indicará si cabe esperar la presencia frecuente de agua, nieve, nieve pastosa, hielo, etc. en la pista.

El grado en que dichas condiciones afectan la longitud de la pista sólo pueden determinarse aproximadamente; no obstante, su "orden de magnitud" puede ser útil para la planificación y, por esto, se presentan en dicho contexto.

2.11 CAPACIDAD DEL AEROPUERTO

Se han ideado medios para determinar la capacidad de un aeropuerto y la demora de las aeronaves, para fines de planificación y proyecto de aeropuertos. Se define "capacidad" como el índice de rendimiento, o sea el número máximo de operaciones que puede tener en una hora; y "demora" como la diferencia en tiempo entre una operación de aeronave restringida y otra no restringida. En estas definiciones se tiene en cuenta que las demoras ocurren debido a las demandas simultáneas de instalaciones y servicios. El nivel aceptable de demora variará de un aeropuerto a otro.

2.11.1 ANTECEDENTES

El método de rendimiento para calcular la capacidad del aeropuerto y la demora media por aeronave, proviene de modelos computarizados para analizar la capacidad de los aeropuertos y reducir la demora de las aeronaves. Se necesitan cálculos de capacidad horaria para determinar la demora media. Como la capacidad horaria del aeropuerto y de los componentes varía a lo largo del día, debido a variaciones en el uso de la pista, en los tipos de aeronaves, en los reglamentos de Control de Tráfico Aéreo (ATC), etc., puede ser preciso efectuar varios cálculos.

2.11.2 CAPACIDAD DE LAS PISTAS

Según cálculos realizados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la capacidad anual de un aeropuerto de una sola pista excederá de 195 000 movimientos, si cuenta con calles de rodaje adecuadas. Una red de pistas utilizada esencialmente por aeronaves con base local, probablemente no alcanzará una demanda anual de más de 150 000 movimientos, si las aeronaves que la utilizan como base no llegan a 200. No obstante, la construcción de una pista adicional, con base en la capacidad necesaria, puede considerarse en el caso de aeropuertos con un nivel actual de demanda de menos de 150 000 movimientos, si el tráfico va en aumento. Aparte de los requisitos de capacidad, la importancia del aeropuerto para la comunidad que sirve (por ejemplo, aeropuerto de una capital de Estado), puede justificar una pista más para evitar el cierre total del aeropuerto en caso de accidente, reparación de la pista, apoderamiento ilícito ocasional de una aeronave, etc.

Es conveniente señalar que, pueden utilizarse los siguientes criterios para determinar la necesidad de una pista adicional para aumentar la capacidad de un aeropuerto:

- a) Puede proyectarse una pista paralela cuando se preve que la demanda alcanzará la capacidad de la pista existente, en el transcurso de los cinco años siguientes.
- b) Una pista paralela corta podría justificarse en un aeropuerto en el cual se pronostica que en el transcurso de cinco años tendrá una demanda mayor que el 60% de la capacidad de la pista existente. Las distancias de rodaje entre la nueva pista y el área terminal deben ser favorables ya que, de no ser así, los costos de mantenimiento aumentarán considerablemente a las distancias de rodaje excesivamente largas reducirán la demanda de la nueva pista. Una pista paralela "corta" debería ser lo suficientemente larga y ancha para poder suministrar la capacidad suficiente, de modo que no se haga necesaria la construcción adicional para conseguir capacidad, dentro de cinco años, debido a cambios en las demandas al aeropuerto.
- c) Puede preverse una pista paralela corta para prestar servicio a aeronaves pequeñas.
- d) Cuando la demanda alcanza o se espera que alcance el 75% o más de la capacidad de la configuración de pistas paralelas existente en el transcurso de cinco años, puede prolongarse una pista corta y paralela a fin de aumentar la capacidad del aeropuerto.

- e) Aunque las pistas secantes o las divergentes no se recomiendan generalmente para aumentar la capacidad, las consideraciones topográficas, el ruido y los obstáculos pueden hacer estos trazados más prácticos. Habría que demostrar que la configuración escogida proporcionará la suficiente capacidad de pista a un costo mucho más reducido, en comparación con una pista paralela. Habría que comparar las capacidades en el caso de pistas paralelas.

2.11.3 CAPACIDAD DE LAS CALLES DE RODAJE

La adición de calles de rodaje a una configuración de pistas aumenta la eficacia operacional del aeropuerto, ya que permite utilizar las pistas a su capacidad máxima. A continuación se mencionan algunas recomendaciones citadas por la OACI, que pueden dar una idea para definir la configuración de las calles de rodaje de un aeropuerto, sin que esto se deba considerar como único y definitivo:

- a) Para obtener una instalación aeroportuaria mínima, se recomienda prever áreas de media vuelta a ambos extremos de la pista y una calle de rodaje corta que lleve a la plataforma.
- b) Las calles de rodaje paralelas pueden justificarse cuando se prevea que, en el transcurso de cinco años, se realizará una de las siguientes condiciones:
 - 1) Se hacen cuatro aproximaciones por instrumentos (aquellas que se cuentan en relación con las aproximaciones por instrumentos anuales) durante la hora punta normal;
 - 2) el total de movimientos anuales es de 50 000;
 - 3) los movimientos de paso de la hora punta normal alcanzan un total de 20.

Las calles de rodaje paralelas proporcionan ventajas en cuanto a la seguridad, además de aumentar la eficacia. Sin embargo, estas ventajas no pueden evaluarse fácilmente.

Si el costo de construcción de una calle de rodaje paralela no excede del costo de las áreas de media vuelta en más de un tercio, la calle de rodaje es preferible. Una calle de rodaje paralela parcial, o equivalente (como puede obtenerse con una pista secante), proporciona eficacia satisfactoria y seguridad a las operaciones aeronáuticas. En

muchos casos, la capacidad suficiente puede obtenerse mediante la construcción de una calle de rodaje paralela parcial. Esta solución puede resultar particularmente conveniente cuando los costos de construcción son elevados. Por regla general, una paralela parcial se justifica económicamente cuando existen niveles de actividad que alcanzan el 60% de los valores especificados para una paralela completa. Si se prefiere firmemente una calle de rodaje parcial o completa en contraposición a una área de media vuelta, se puede prever una calle de rodaje si los movimientos actuales son de 20 000 por año. si no existen áreas de media vuelta y si el costo es menor que la mitad de los costos medios.

c) Las calles de salida, además del trazado básico de una salida en cada uno de los extremos de la pista y otra entre los mismos, se justifican generalmente si se preve que la demanda excederá del 40% de la capacidad de la pista, siempre que los costos de la calle de rodaje sean medios, y si dicha demanda excederá del 75% de la capacidad, si los costos son elevados. Habría que prever un número suficiente de salidas, de modo que no se requieran salidas adicionales en el transcurso de los cinco años siguientes a partir de la terminación de las obras de construcción.

d) Los apartaderos de espera y las calles de desviación mejoran la capacidad del aeropuerto. Es sumamente raro que estas instalaciones puedan limitar la utilización plena del aeropuerto dentro del recinto mismo, dado que normalmente se dispone siempre de superficies que permiten su construcción. Sin embargo, la necesidad de estas instalaciones debería determinarse con suficiente anticipación, a fin de evitar las demoras que ocurrirían debido a la carencia de ellas. Los siguientes criterios deberían aplicarse para determinar la necesidad de contar con apartaderos de espera y calles de desviación, una vez que se haya justificado la construcción de una calle de rodaje paralela.

Quando se pronostique que la actividad alcanzará un total de 30 movimientos por hora punta normal, o 20 000 movimientos de paso anuales o un total de 75 000 movimientos anuales, convendría prever la construcción de un apartadero de espera, habida consideración de otros factores que son:

- 1) La combinación de movimientos de aeronaves, tales como las de los transportistas aéreos o las militares, simultáneamente con los movimientos de la aviación general.
- 2) El trazado del aeropuerto, (tal como se ha construido).

- 3) La ubicación de las ayudas para la navegación, es decir, el área crítica que rodea a toda ayuda para la navegación, existente o propuesta, en relación con las posibles ubicaciones del apartadero de espera.

No hay justificación económica suficiente para la construcción de un apartadero de espera para alojar a una sola aeronave. Generalmente tampoco se justifica una disposición similar para más de cuatro aeronaves. Si la densidad de la circulación es tal que se juzgan necesarios más de cuatro puestos de espera, el estudio de la cuestión revelará generalmente que es preciso encontrar otra solución al problema.

2.12 PLATAFORMAS

La plataforma se define como una zona en la parte aeronáutica de un aeropuerto cuyo propósito es recibir aeronaves para carga y descarga de pasajeros, correspondencia o mercancías, reabastecimiento, estacionamiento o mantenimiento. Las plataformas pueden clasificarse de acuerdo con su objetivo y función principales. No todos los tipos de plataformas que se presentan aquí se requieren en todos los aeropuertos, aunque la necesidad de las mismas, así como sus dimensiones, pueden estimarse sobre la base del tipo y volumen del tráfico previsto en un aeropuerto. Aparte de los puestos de las aeronaves, las calles de rodaje correspondientes para llegar a la plataforma, las calles de servicio y de estacionamiento para el equipo de atención en tierra, tienen que incluirse como parte de un sistema de plataforma.

2.12.1 PARAMETROS DE PLANIFICACION

Las plataformas están relacionadas con el complejo terminal, por lo cual se les debe planificar en conexión con los edificios de la terminal, con el propósito de que representen una solución óptima. Los siguientes son objetivos generales que se sugiere considerar en lo tocante al emplazamiento de las plataformas dentro del plan general:

- a) proporcionar distancias de rodaje mínimas entre pistas y puestos de estacionamiento (ahorro de combustible, tiempo y mantenimiento);

- b) prever la libertad de movimiento de las aeronaves con el propósito de evitar demoras innecesarias (puntualidad en los horarios);
- c) reservar extensión suficiente para la ampliación futura y los cambios en las técnicas;
- d) lograr un rendimiento, una seguridad operacional y una comodidad para los usuarios al nivel máximo en cada complejo de plataformas y en el aeropuerto, como sistema integral; y
- e) minimizar los efectos adversos, tales como soplo y ruido de los motores, contaminación del aire, etc. en la maniobra de aproximación y en los sitios aledaños.

La planificación de una plataforma dada depende de su objetivo y función. Con todo, los parámetros básicos que han de considerarse son los siguientes:

- a) número de puestos de aeronave que se necesitan actualmente y los que se prevén para el futuro;
- b) tipos de aeronaves, tanto actuales como los previstos para el futuro;
- c) dimensiones de las aeronaves y capacidad de maniobra;
- d) configuración de estacionamiento, inclusive forma de la terminal y del área circundante disponible para ampliación;
- e) proceso de embarque, el cual puede llevarse a cabo mediante una escalera, utilizada principalmente en plataformas abiertas (el pasajero es transportado o camina), por medio de un puente telescópico o por medio de un autobús de nivel fijo o variable.
- f) tiempo de estadía de la aeronave.
- g) proceso de entrada y salida de los pasajeros a/de la aeronave, respectivamente (edificio de un nivel, de nivel y medio o de dos niveles).
- h) requisitos de espaciado entre una aeronave y otra y con respecto a los edificios u otros objetos fijos;
- i) método de guía de la aeronave al puesto de estacionamiento;

j) requisitos de servicios terrestres (vehículos y sus relaciones con las instalaciones de los servicios fijos, etc.); y

k) calles de rodaje y rutas de servicio.

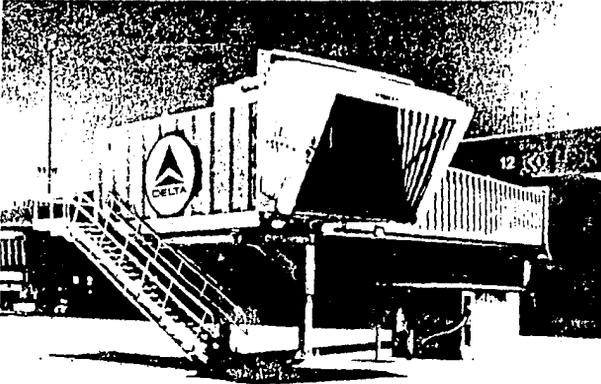


FIGURA 14 (a)

PASARELA PARA EMBARQUE DE PASAJEROS

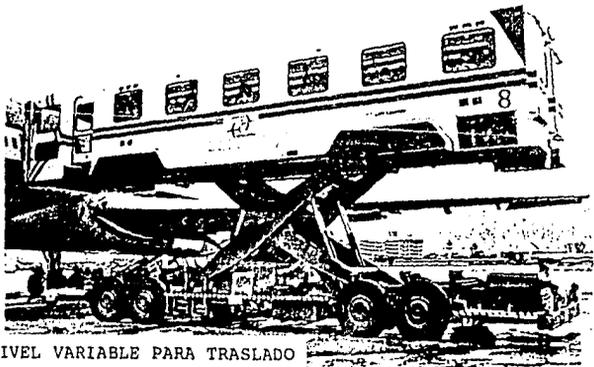
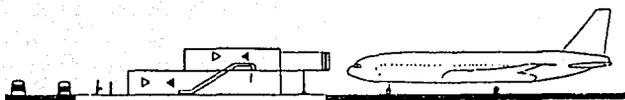


FIGURA 14 (b)

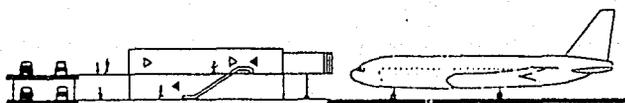
SALA MOVIL DE NIVEL VARIABLE PARA TRASLADO
DE PASAJEROS A TRAVES DE LA PLATAFORMA



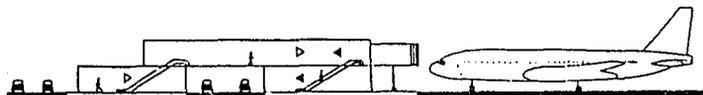
a) calle a un nivel/terminal a un nivel



b) calle a un nivel/terminal a dos niveles



c) calle a dos niveles/terminal a dos niveles



d) calle a un nivel/terminal a dos niveles

▷ Pasajeros que salen
 ◀ Pasajeros que llegan

FIGURA 15

CONFIGURACIONES TÍPICAS POR NIVELES
 DEL EDIFICIO TERMINAL

2.13 CONFIGURACION DEL ESTACIONAMIENTO DE LAS AERONAVES

Este tema está relacionado con el procedimiento mediante el que la aeronave entrará o saldrá del puesto de estacionamiento, sea con su propia potencia (maniobra) o por tracción o empuje (con tractor). Como regla general, las configuraciones con proa hacia adentro son comunes en los aeropuertos de gran tráfico, cuando el costo del tractor se ve justificado por un uso más eficaz de una zona de plataforma limitada. Se emplean otras configuraciones de estacionamiento en los aeropuertos de poco tráfico, en los cuales es difícil compensar el costo de operación del tractor con los ahorros en el tamaño de la plataforma. Como la magnitud de la zona de plataforma necesaria para una aeronave dada varía mucho según la configuración del estacionamiento, y como los conceptos relativos al movimiento de pasajeros y cargas están muy relacionados con la configuración del estacionamiento, la cuestión de la configuración preferida para el estacionamiento de aeronaves tiene que resolverse en una etapa temprana.

Particularmente en el caso de una plataforma de terminal de pasajeros, una configuración con proa hacia adentro, combinada con pasarelas para embarque de pasajeros, proporciona las siguientes ventajas:

- a) se requiere una zona más reducida;
- b) se disminuye el tiempo de la aeronave en tierra:
 - movimiento eficaz de los pasajeros;
 - equipo de servicios en tierra, emplazados con mayor eficacia;
- c) se puede trazar la ruta de servicio con el propósito de disminuir la necesidad de manejar sobre la plataforma;
- d) resulta un movimiento más eficaz de los pasajeros en lo tocante a la seguridad y la comodidad, ya que los mismos no tendrán que caminar por la plataforma, subir ni bajar escaleras, ni sufrir los efectos de la lluvia, el viento, el calor, etc;
- e) se obtiene gran reducción de los efectos adversos de las aeronaves (ruido y humo de los motores), y del equipo en tierra, de las instalaciones de personal y de la terminal; y
- f) se logra mayor control de seguridad de los pasajeros en la parte aeronáutica.

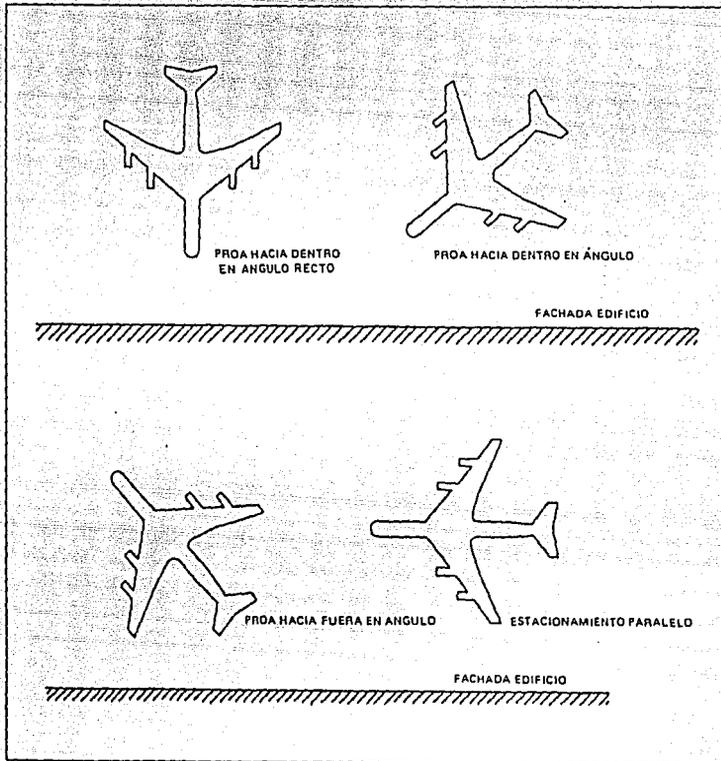


FIGURA 16
DIFERENTES CONFIGURACIONES DE ESTACIONAMIENTO
DE AERONAVES

Por otra parte, en contraposición, son mayores los costos para la adquisición y el funcionamiento de los tractores y de la pasarela de embarque.

La tendencia mundial prefiere la configuración con proa hacia adentro/empuje para salir, con pasarela para embarque de pasajeros en los aeropuertos con gran volumen de tránsito. Aunque muchas de las ventajas resultan difíciles de cuantificar, en términos monetarios, debe preferirse la

adopción de la configuración de empuje hacia adentro/empuje hacia afuera si, por ejemplo, el volumen anual de pasajeros previsto es mayor de dos a tres millones.

2.14 RELACIONES PLATAFORMA-TERMINAL

Tal como se ha mencionado, el ordenamiento de la plataforma está relacionado directamente con el concepto de la terminal para pasajeros. A continuación se describen, brevemente, las características de varios conceptos, relacionados con la plataforma.

a) Concepto simple. Se sugiere aplicarlo en los aeropuertos de bajo volumen de tráfico. Las aeronaves se estacionan normalmente en ángulo, con la proa hacia adentro o hacia afuera, entrando y saliendo por sus propios medios. Es preciso prever una distancia suficiente entre el borde de la plataforma y el frente de la terminal que da a la parte aeronáutica, con el propósito de reducir los efectos nocivos del chorro de los motores. Si no se hiciera de este modo, sería preciso establecer barreras de chorro. La plataforma puede ampliarse gradualmente, de acuerdo con la demanda, sin causar muchos inconvenientes en las operaciones del aeropuerto.

b) Concepto lineal. Puede considerarse que este concepto es una de las etapas avanzadas de una plataforma concepto simple. La aeronave puede estacionarse en configuración angular o paralela. Con todo, la configuración de proa hacia adentro/empuje con distancia mínima entre borde de plataforma y terminal, resulta más común dentro de este concepto, para una utilización más eficaz del espacio de la plataforma y para el movimiento de la aeronave y de los pasajeros. El estacionamiento con proa hacia adentro permite una maniobra relativamente fácil y sencilla de las aeronaves en rodaje hasta la posición de embarque. En las operaciones de empuje, las actividades de la plataforma no causan mucha perturbación en los puestos de embarque vecinos. Con todo, es necesario contar con tractores y con operadores hábiles. En los aeropuertos de mucho tráfico puede ser necesario proporcionar calles de rodaje dobles para las plataformas, con el propósito de evitar el bloqueo de las operaciones de la calle de rodaje por el empuje de la aeronave. El corredor entre el borde de la plataforma y el frente de la terminal puede utilizarse para el tránsito de plataforma y la zona que rodea la proa de la aeronave estacionada puede utilizarse para emplazar el equipo de servicio terrestre. Cuando la profundidad de la plataforma se planifica desde el exterior teniendo en cuenta la longitud exterior de fuselaje, el concepto lineal tiene mayor

flexibilidad y posibilidad de expansión que el concepto simple, y casi tanto como el concepto de plataforma abierta.

c) Concepto del espigón (o con andenes). Existen algunas variantes de este concepto, según la forma del espigón. Las aeronaves pueden estacionarse en los puestos de embarque a ambos lados del espigón, sea en ángulo, en paralelo o perpendiculares (con proa hacia adentro). En caso de haber un sólo espigón, la mayoría de las ventajas del concepto lineal se aplicarían a las actividades en la parte aeronáutica, salvo las posibilidades de expansión gradual limitada. En caso de haber dos o más espigones, debe tenerse cuidado de dejar suficiente espacio entre los mismos. Si cada uno de ellos atendiera a un gran número de puestos de embarque, puede ser necesario prever calles de rodaje dobles entre los espigones, con el propósito de evitar conflictos entre las aeronaves que entran y salen de los puestos de embarque.

d) Concepto de satélite. Este consiste en una unidad satelitaria rodeada por puestos de embarque de aeronaves, separados de la terminal. El acceso de los pasajeros a una unidad satélite a partir de la terminal se realiza normalmente por vía subterránea o mediante un corredor elevado, con el propósito de aprovechar mejor el espacio de la plataforma, aunque también podría realizarse en la superficie. Según la forma de la unidad satélite, las aeronaves se estacionan en forma radial, paralela o siguiendo otras configuraciones alrededor del satélite. Cuando las aeronaves se estacionan en sentido radial, lo que es frecuente, la operación de empuje es fácil aunque la plataforma requiere mayor espacio.

e) Concepto de plataforma abierta. Puede considerarse que este concepto se refiere a una plataforma remota o de transporte. Como el emplazamiento ideal de las plataformas para las aeronaves es en la proximidad de las pistas y lejos de las demás estructuras, este procedimiento reportaría ventajas para las aeronaves, por ejemplo, menor distancia total de rodaje, maniobras sencillas, gran flexibilidad y posibilidad de expansión de las plataformas, etc. Sin embargo, como requiere el transporte de pasajeros, equipajes y cargas a distancias relativamente mayores (empleando salones rodantes, autobuses y carros) a partir de la terminal, puede crear problemas de congestión del tránsito en la parte aeronáutica.

f) Concepto híbrido. En éste se combinan algunos de los conceptos mencionados anteriormente. Es bastante frecuente combinar el concepto de transporte (plataforma abierta) con uno de los otros, con el objeto de resolver el problema del tráfico de punta. Los puestos de aeronaves emplazados a cierta distancia de la terminal se designan frecuentemente como plataformas remotas o puestos remotos.

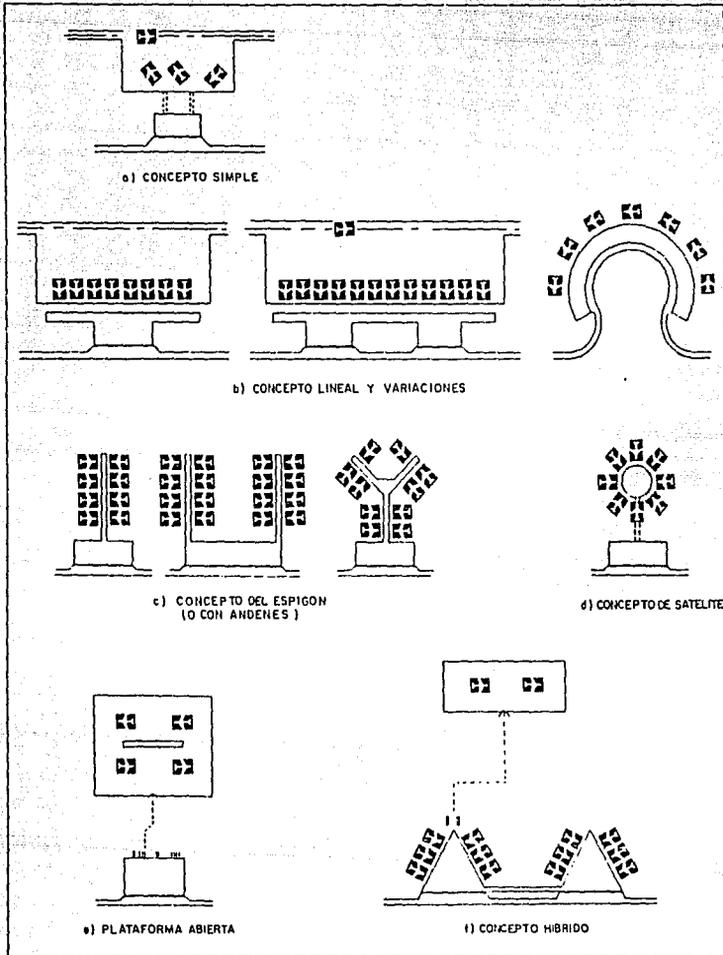


FIGURA 17

CONFIGURACIONES COMUNES PLATAFORMA-TERMINAL

COMPARACION DE DIFERENTES CONFIGURACIONES DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES

VENTAJAS

<i>Proa hacia adentro (tracción y empuje con tractor)</i>	<i>Proa hacia adentro en ángulo (entrada y salida con la propia potencia)</i>	<i>Proa hacia afuera en ángulo (entrada y salida con la propia potencia)</i>	<i>En paralelo (entrada y salida con la propia potencia)</i>
<p>Requiere una zona menor para una aeronave dada</p> <p>Los efectos del chorro de los reactores sobre el equipo, el personal y la terminal son mucho menores</p> <p>Reduce el tiempo de servicio de la aeronave, ya que el equipo terrestre puede emplazarse antes de la llegada de la aeronave; menores requisitos de movimiento de equipo en la salida de la aeronave</p> <p>Pasarela de embarque de pasajeros fácil de emplear</p>	<p>No es necesario el tractor</p>	<p>No es necesario el tractor</p>	<p>Facilidad de maniobra para entrada y salida de la aeronave</p> <p>No es necesario el tractor</p>

INCONVENIENTES

<i>Proa hacia adentro (tracción y empuje con tractor)</i>	<i>Proa hacia adentro en ángulo (entrada y salida con la propia potencia)</i>	<i>Proa hacia afuera en ángulo (entrada y salida con la propia potencia)</i>	<i>En paralelo (entrada y salida con la propia potencia)</i>
<p>Es necesario el tractor para el empuje</p> <p>La operación de empuje requiere tiempo y un operario hábil</p>	<p>Requiere una zona de plataforma mayor que para la configuración con proa hacia adentro</p> <p>Chorro de los motores y ruido relativamente intenso en dirección a la terminal</p>	<p>Requiere una zona de plataforma mayor que para la configuración con proa hacia adentro en ángulo</p> <p>Chorro de gases y ruido de los motores en dirección a la terminal</p>	<p>Requiere una amplia zona de plataforma para una aeronave dada</p> <p>Limita la actividad de servicio de aeronaves en la plataforma vecina, cuando la aeronave entra y sale</p>

CAPITULO 3

ASPECTOS DE ADMINISTRACION

3.1 EL AEROPUERTO COMO UN SERVICIO

Cualquier análisis que se realice a la administración de un asunto, debe ser hecho en el contexto de lo que se esté manejando u operando. Un sistema operacional se puede describir como "una configuración de fuentes combinadas para la provisión de bienes y/o servicios".

Es importante reconocer que los aeropuertos son sistemas proveedores de servicios. Como tales, el manejo de los mismos y el criterio para medir su desempeño difieren de aquellos sistemas destinados a la producción de bienes. Estos últimos son objetos tangibles; ellos pueden ser examinados físicamente por los clientes actuales y potenciales, transferidos desde el sitio en el que se producen, hasta el sitio de su venta, y de manera muy importante, almacenados o retenidos en inventario, cuando se presentan las épocas de más alta demanda. Los servicios, sin embargo, son creados y ofrecidos simultáneamente y no pueden ser almacenados.

Los aeropuertos difieren de muchas otras empresas en un gran número de aspectos que afectan la manera de evaluar el desempeño de su administración y manejo:

1. El producto final es un servicio, y no un bien manufacturado.
2. Ellos operan en un ambiente altamente regulado y tecnológicamente sofisticado.
3. Se manejan bajo un ambiente altamente económico y político.
4. Operan en un ambiente nacional e internacional.
5. La operación frecuentemente está basada en un sistema continuo de 24 horas.
6. Aunque los aeropuertos proveen servicios para el pasajero o la carga, esto es realizado indirectamente, ya que muchos servicios en la terminal son provistos por concesionarios.
7. Las decisiones de inversiones para aumentar la capacidad del aeropuerto son relativamente poco frecuentes. Los costos involucrados (por ejemplo, en pistas, calles de rodaje, terminales y accesos) son muy altos, y las recuperaciones de las inversiones se obtienen en el largo plazo.

En algunos aspectos, por supuesto, los aeropuertos son muy similares a algunos negocios o empresas en lo relativo a requerimientos:

- Cantidades substanciales de capital invertido.
- Mantenimiento continuo y costoso.

- Control cuidadoso de las finanzas, ya que el aeropuerto debe ser autosuficiente.
- Cuerpo de trabajo capacitado para la dirección y la supervisión de los departamentos operativos.
- Planeación de la capacidad a largo plazo, para asegurar que la operación pueda responder a los cambios que lleguen a ocurrir en las áreas de demanda, tecnología y prácticas de trabajo.

3.2 OPERACION DENTRO DEL CONTEXTO INTERNACIONAL

Muchos de los aeropuertos que tienen la tarea de operar vuelos para el transporte de pasajeros, funcionan dentro de un marco internacional. La naturaleza de la aviación civil internacional ha sido reconocida ampliamente. A principios de 1910, representantes de 19 naciones europeas se reunieron para desarrollar los estándares internacionales para la aviación. Aunque este primer intento de llegar a un acuerdo falló, ello trazó el camino para la realización de la Conferencia Internacional de Navegación Aérea (ICAN), que se estableció después de la Primera Guerra Mundial. Esta organización duró desde el año de 1919 hasta la Segunda Guerra Mundial, pero su efectividad fue más bien limitada, por la regionalización del transporte aéreo hasta los años 1940s.

El desarrollo de un monoplano rápido, de largo alcance y gran capacidad, fue una de las consecuencias de la Primera Guerra Mundial, y las ayudas para la navegación, originalmente diseñadas con propósitos militares, fueron adaptadas al transporte civil. En muchos países, un amplio número de los espacios construidos para la aviación militar, antes o durante la guerra, fueron convertidos para el uso civil. Aún antes de que la guerra finalizara, fue evidente el desarrollo de la aviación desde el estallido de la Guerra Civil Española en 1936 hasta mediados de 1940. A principios de 1944, los Estados Unidos hicieron un llamado a sus aliados y a un número de países neutrales, con el propósito de analizar los destinos de la aviación civil de la posguerra. Como resultado, en noviembre de 1944 en la Convención de Chicago sobre Aviación Civil, a la cual asistieron representantes de 52 naciones, se acordó en marco de trabajo sobre aviación civil. La Convención estableció este marco de trabajo bajo la forma de 96 artículos que sirvieron para el establecimiento de recomendaciones de prácticas internacionales. Veintiseis naciones ratificaron su apoyo a la convención, y fue cuando el 4 de abril de 1947 surgió la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

3.3 REGULACION LOCAL

Los estándares internacionales y las prácticas recomendadas por la OACI no son imperativas para los países miembros, en aeropuertos nacionales. Es normal que éstos incorporen esos estándares dentro de sus legislaciones, como una adopción si ello es deseado. Algunos países tienen sus propios estándares, que en algunos aspectos pueden diferir de los de la OACI.

3.4 ESTRUCTURAS ADMINISTRATIVAS

Dentro del sistema administrativo de un aeropuerto, las decisiones políticas y los planes de acción son determinados por un consejo de política que, de alguna manera, es responsable ante el público, del servicio que se proporciona. El consejo puede ser elegido directamente o puede ser determinado por oficiales, lo cual es un caso más común en los países europeos. Cualquiera que sea el caso, el consejo deberá reflejar los deseos políticos bajo un proceso democrático. Las decisiones políticas del aeropuerto de alta jerarquía dan al director ejecutivo una amplia guía para el manejo y administración del mismo. El director ejecutivo dirige los destinos del aeropuerto dentro de estas limitaciones, reportándolo al comité de política, el cual verifica que los planes de acción sean llevados a cabo. En una situación ideal, un director de política establece únicamente política y no interfiere con el actual transcurrir del aeropuerto.

Recíprocamente, el director ejecutivo se concentra en el funcionamiento del aeropuerto, pero no determina una política de decisiones, lo cual está considerado como un área política. Inevitablemente, sin embargo, existe una confusa delimitación de responsabilidades, y a menudo el director ejecutivo forma parte del consejo de política. Las principales funciones de este consejo incluyen las decisiones de objetivos y metas, su administración y la definición del nivel de recursos posibles de obtener. Asimismo, debe definir explícitamente tanto el nivel de servicio que está dispuesto a suministrar, así como la naturaleza del tráfico que espera servir. Su función final es la de realizar el seguimiento del desempeño de la administración para asegurar que los intereses del público y los del aeropuerto estén propiamente atendidos. Es posible que aquí se enfrente con algunas dificultades debido a la amplia diversidad de opiniones que generan las aerolíneas, las agencias gubernamentales, y el público en general (incluyendo a la comunidad local). Puede ser que por la expresión de estas

opiniones sobre el desempeño de la administración del aeropuerto las metas establecidas lleguen a cambiar.

A su vez, la dirección ejecutiva del aeropuerto deberá estar al tanto, no solamente del establecimiento de estas metas, sino también de su implementación y seguimiento día a día. Esta administración diaria del aeropuerto es llevada a cabo por los departamentos componentes, quienes reportan, a través de sus directores, los avances al director del aeropuerto. La estructura departamental típica de un aeropuerto consta de 4 áreas principales: operaciones, administración, ingeniería, y planeación y finanzas. Muchos aeropuertos conjuntan la administración y las operaciones financieras dentro de un departamento.

Reportes individuales de los cuatro departamentos son conducidos, preferentemente, mediante bases continuas, al director del aeropuerto. Material de cualquier área se reporta y le permite al director del aeropuerto informar al consejo de política el estado actual del aeropuerto. Esta es la única forma en la que el consejo puede realizar el seguimiento del desempeño de la administración del aeropuerto. Es obvio que el mismo consejo de política debe tener, por sí mismo, una idea clara de los objetivos y metas. De otra manera, el monitoreo del desempeño se reduciría a un examen de los beneficios o pérdidas, cuyo significado sería relativo, y a una comparación del tráfico actual mediante un análisis de los años anteriores. Aunque de hecho, este es el único seguimiento del desempeño que se lleva a cabo en muchos aeropuertos, cuando el incremento del flujo del tráfico se debe al buen servicio de las funciones del aeropuerto. El reporte anual de una autoridad aeroportuaria es la publicación de las mejoras del año. Es muy común que estos reportes se concentren ampliamente en el desempeño de los aspectos financieros. Sin embargo, es posible que una autoridad aeroportuaria llegue a tener un desempeño financiero muy favorable, no obstante haber ofrecido un nivel de servicio pobre a la comunidad.

Muchos aeropuertos de gran movimiento se encuentran en una posición de monopolio, sostenidos por inversiones públicas. Una política de sobrecostos, inversiones bajas, y comercialización excesiva puede producir la apariencia de un aeropuerto bien administrado y manejado, si la evaluación se realiza solamente bajo términos de desempeño financiero. Sin embargo, el público está llamado a pedir por aquellas políticas que sirvan de la mejor manera las intenciones originales públicas, establecidas para promover el desarrollo económico general de una región o de la aviación civil. La administración de un aeropuerto es colocada, con frecuencia, en la posición de "no ganadora" y soporta las críticas, ya sea por ser demasiado comercial o por no serlo lo suficientemente en la operación. En tales situaciones es extremadamente útil el contar con contribuciones externas en términos de

auditorías administrativas sobre el desempeño de la administración en turno.

3.5 CONTRIBUCIONES EXTERNAS

Una auditoría administrativa involucra un análisis y evaluación cabal de los propósitos de la organización, de los objetivos y metas, y de los logros de éstos. Los fines de una auditoría como ésta, son el proporcionar a la administración la información apropiada que le permita mejorar sus métodos operativos. Aunque el proceso tiene sus raíces evidentemente en el área financiera, su campo de acción se ha extendido hacia todos los aspectos de la administración.

Debido a que cada aeropuerto tiene un ambiente físico, social e institucional único, no existe un procedimiento establecido para realizar esta revisión administrativa. Por ejemplo, en muchos países desarrollados, los problemas del impacto ambiental y la respuesta de la comunidad son vistos como elementos extremadamente importantes dentro de las tareas administrativas. En cambio, para otros países, estos aspectos son considerados como menos críticos en comparación con la generación de tráfico aéreo y el desarrollo económico esperados.

3.6 IMPLEMENTACION

Aunque los reportes de los consultores, incluyendo auditorías administrativas, son ampliamente aceptados en el mundo de los negocios, es también un hecho aceptable que las recomendaciones que vienen de ellos no son siempre implementadas. Esto puede ser resultado de una concienzuda decisión política realizada por el consejo, o puede ser el resultado de una resistencia interna por interés especial de algunos grupos pertenecientes a la organización. Esta resistencia es usualmente más fácil de superar por medio de una resolución administrativa.

No obstante, toda esta área de revisión del desempeño, es un área sensible y la implementación de cambios es inevitablemente inquietante. Esta conmoción puede ser minimizada y la implementación de las recomendaciones pueden asegurarse que:

- Un marco de trabajo del desempeño sea publicado.

- Los criterios de la ejecución sean claros y entendidos por todos.
- Los departamentos contribuyan al establecimiento de los criterios.
- El equipo auditoria/revisión tenga calificaciones y experiencia reconocidas en aeropuertos.
- El proceso de auditoria cubra un espectro de personal aeroportuario, razonablemente amplio.

En conclusión es bueno reconocer que las revisiones del desempeño de un aeropuerto están limitadas en alcance y por el tiempo que se emplea en realizarlas. Sobre este punto puede ser que ciertas recomendaciones no puedan ser implementadas fácilmente. Por otra parte, es común que la alta administración realice contra propuestas a su política.

3.7 ORGANIZACIONES DE AVIACION

Las organizaciones involucradas directamente en el transporte y acarreo aéreo, a nivel internacional, y la actividad de la aviación general tienen una influencia importante en el desarrollo de los aeropuertos, así como también en las operaciones de las aeronaves. Estas organizaciones pueden ser clasificadas en cuatro grupos principales: agencias internacionales reguladoras, agencias federales, agencias estatales, y organizaciones de industria y comercio.

3.7.1 ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL (OACI)

Tal vez la agencia internacional más importante relacionada con el desarrollo del transporte aéreo y de los aeropuertos es la OACI, la cual se constituye como un organismo afiliado a la Organización de las Naciones Unidas, con oficinas centrales en Montreal, Canada. En 1980, 146 naciones eran miembros de esta organización. Para 1986, los 26 estados miembros originales, se incrementaron a 157.

El concepto de la OACI fue generado durante una conferencia de 52 naciones que tuvo lugar en la ciudad de Chicago en 1944. Esta conferencia se debió a una invitación de los Estados Unidos para considerar aspectos de mutuo interés en el campo de la transportación aérea. Los objetivos de la OACI, tal y como fueron establecidos en su carta constitutiva,

son el desarrollo de los principios y técnicas de la transportación aérea internacional de manera que:

1. Garantice la seguridad y el crecimiento ordenado de la aviación civil internacional en todo el mundo.
2. Aliente el arte del diseño de aeronaves y la operación para propósitos pacíficos.
3. Aliente el desarrollo de rutas aéreas, aeropuertos y facilidades para la navegación aérea, y el transporte aéreo económico.
4. Atienda las necesidades de las personas del mundo para obtener un transporte aéreo seguro, regular, eficiente y económico.
5. Prevenga desperdicios económicos por competencia no razonable.
6. Asegure que los derechos contratados por los estados sean totalmente respetados y que cada estado contratante tenga una oportunidad clara de operar aerolíneas internacionales.
7. Evite la discriminación entre los estados contratantes.
8. Promueva la seguridad de un vuelo en la navegación aérea internacional.
9. Promueva generalmente el desarrollo de todos los aspectos de la aeronáutica civil internacional.

La OACI funciona con una organización soberana, la Asamblea, y un cuerpo gobernante, el Consejo. En la Asamblea, cada país miembro tiene un voto; las decisiones de la Asamblea son tomadas por una simple mayoría de votos, excepto aquellas que se determinan de otra manera en la convención. Los 33 miembros del Consejo están para adoptar estándares internacionales y prácticas recomendadas. Una vez adoptadas, son incorporadas dentro de los Anexos de la Convención sobre Aviación Civil Internacional. Existen 18 Anexos. Los administradores de aeropuertos encontrarán que el Anexo 14 es de suma importancia para la operación, aunque también partes de otros, como los Anexos 9-13 y 16-18 regulan las operaciones. El Anexo 14 contiene los estándares internacionales de diseño de aeródromos y prácticas recomendadas, las cuales son aplicables a todos los aeropuertos que sirven al comercio aéreo internacional. Dentro de este documento, la OACI incluye también una gran cantidad de información técnica y estadística relativa al transporte aéreo internacional.

Ya se dijo que la OACI tiene dos cuerpos reguladores, la Asamblea y el Consejo. El Consejo es un cuerpo permanente responsable de la Asamblea y está compuesto por representantes de 33 países. El Consejo es el grupo que trabaja para la organización. Lleva a cabo la directiva de la Asamblea y

descarga las tareas y obligaciones especificadas en la carta constitutiva de la OACI.

3.7.2 OTRAS ORGANIZACIONES

Existen muchos grupos involucrados en los aspectos técnicos y de promoción de la aviación. A continuación se presenta una lista parcial de aquellos grupos que se encuentran comprometidos primariamente con los aspectos aeroportuarios de la aviación.

1. International Federation of Air Line Pilots Association (IFALPA)

Una asociación internacional de pilotos de aerolíneas, cuyas oficinas centrales se encuentran en Londres, Inglaterra.

2. Air Line Pilots Association (ALPA)

Una asociación norteamericana de pilotos de aerolíneas, con sede en Washington, D.C.

3. Airport Operators Council International (AOCI)

Se trata de una asociación mundial de aeropuertos ubicados primariamente en los Estados Unidos. Las oficinas principales de ésta se encuentran en Washington, D.C.

4. Air Transportation Association of America (ATA)

Una asociación de aerolíneas en los Estados Unidos de vuelos programados nacional e internacionalmente. Sus oficinas centrales se localizan también en Washington, D.C.

5. International Air Transport Association (IATA)

Una agrupación privada de compañías de aviación internacional. Sus oficinas principales se localizan en Montreal, Quebec, Canada.

6. International Civil Airports Association (ICAA)

Una asociación de aeropuertos localizados en todo el mundo. Sus oficinas centrales se ubican en Paris, Francia.

7. Western European Airports Association (WEAA)

Una asociación que reúne a los principales aeropuertos de Europa occidental. Las oficinas centrales se encuentran en Bruselas, Bélgica.

CAPITULO 4

ASPECTOS DE MANTENIMIENTO

4.1 MANTENIMIENTO DE LOS AEROPUERTOS

En este capítulo se hace referencia al mantenimiento de los principales componentes del aeropuerto, sin tomar en cuenta su tamaño ni función. La descripción de las tareas se ha circunscrito al mantenimiento de las instalaciones que son propias o típicas de los aeropuertos. Como los aeropuertos pueden compararse con instalaciones industriales, deben cumplirse aquellas tareas de mantenimiento que permitan asegurar un adecuado servicio y funcionamiento de los edificios, instalaciones y equipos.

Como el grado de desgaste y la disminución de la sensibilidad de todo componente técnico dependen del material, su utilización, tiempo en uso, clima y otros factores ambientales, ninguna de las recomendaciones sobre periodicidad específica para la realización de acciones de mantenimiento que se describen en los manuales, debe considerarse como una norma. Las necesidades particulares, la experiencia local, las recomendaciones de los fabricantes de los productos en uso y los reglamentos nacionales o locales, deberán servir de norma para el tipo y oportunidad de las tareas de mantenimiento que han de ejecutarse.

En las recomendaciones que los manuales señalan, se describen las necesidades de mantenimiento de los aeropuertos de transporte aéreo. En los aeropuertos de tercer nivel y en los de la aviación general, bastará un mantenimiento más sencillo, en términos generales, ya que ni el tipo de tráfico ni la situación económica de esos aeropuertos justifican un alto nivel de mantenimiento, salvo en las superficies de las pistas y en las ayudas visuales.

Los requisitos relativos a la seguridad, tratan del mantenimiento de las ayudas visuales, de la infraestructura eléctrica, de las pavimentos, de las zonas no pavimentadas y de los sistemas de drenaje. Para ello es esencial disponer del equipo adecuado que permita cumplir con los requisitos de mantenimiento de las instalaciones fijas.

4.1.1 COMPONENTES BASICOS

Como el aeropuerto representa una parte importante de la infraestructura aeronáutica, debe cumplir, prioritariamente, con todas las normas sobre seguridad. El nivel de seguridad requerido sólo puede lograrse mediante un mantenimiento adecuado de todos los elementos que componen un aeropuerto.

El mantenimiento comprende las acciones necesarias para conservar o restaurar el funcionamiento operacional y para verificar y evaluar el funcionamiento actual de un determinado elemento. Los componentes básicos del mantenimiento son:

- inspección,
- servicio y revisión; y
- reparación.

La inspección comprende todas las medidas necesarias para revisar y evaluar el estado operacional, y comprende verificaciones ocasionales y programadas. Las verificaciones programadas se ejecutan de acuerdo con un plan en el que se especifica la preparación de la verificación, el tipo de verificación, el informe del resultado y la evaluación final. Con base en esta evaluación, el administrador decide si se ha de realizar un servicio extra o si es preciso realizar reparaciones.

La inspección y el servicio comprenden todas las acciones necesarias para mantener o restaurar una instalación o dispositivo al estado original de operación requerido. Estas acciones deberán llevarse a cabo siguiendo un plan en que se especifique el tipo y tiempo de servicio y el informe de cumplimiento.

Cuando la inspección o el servicio revelen deficiencias, es preciso planificar y ejecutar las reparaciones lo antes posible. Las reparaciones pueden comprender tareas de menor cuantía o de gran importancia, como por ejemplo, tratamiento de la superficie de la pista, con la consiguiente interrupción del tránsito.

Sólo cabe esperar operaciones eficaces y seguras en las instalaciones que se encuentran en buen estado operacional. El requisito es el mantenimiento de las instalaciones, o sea la suma de todas las medidas descritas anteriormente. Además, el mantenimiento reduce al mínimo el desgaste, con lo cual se controla y amplía considerablemente la vida útil de los componentes técnicos. En este aspecto, el mantenimiento resulta ser un requisito económico para mantener la inversión y los costos de capital de la infraestructura aeronáutica dentro de los límites aceptables.

4.2 ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO DEL AEROPUERTO

La evaluación completa de todas las partes del aeropuerto es el requisito básico de la organización de mantenimiento. Los edificios, las secciones de pavimento y las zonas no pavimentadas, intermediarias, deben numerarse, así como toda la maquinaria, los equipos técnicos y mecánicos, e incluso los vehículos, y para cada uno de ellos se deben especificar los requisitos de mantenimiento.

Los programas de mantenimiento se preparan con base en la experiencia sobre las necesidades de los diferentes objetos, y de acuerdo con el asesoramiento del fabricante. Por razones económicas y con el propósito de distribuir equitativamente las responsabilidades, se recomienda realizar un desglose preciso de las tareas totales, por esferas de mantenimiento.

Una tarea fundamental de la organización de mantenimiento es convertir los requisitos de mantenimiento a hombres/hora y a valores monetarios. Mediante una evaluación de este tipo se puede establecer la base de la planificación presupuestaria del personal. Es recomendable que todos los programas de mantenimiento deban analizarse una vez por año, preferentemente cuando se realice el proyecto de presupuesto.

Resulta adecuado que los programas de mantenimiento actualizados prevean:

- personal apropiado;
- cumplimiento con las necesidades registradas de mantenimiento; y
- flexibilidad en cuanto a la oportunidad de las medidas, cuando circunstancias imprevistas hayan afectado el programa de tareas previstas.

Para mantener en funcionamiento las instalaciones técnicas de un aeropuerto debe contarse con técnicos en servicio, en número suficiente, durante las horas de utilización del aeropuerto, para poder subsanar inmediatamente cualquier defecto.

Para asegurar el funcionamiento armónico del conjunto, es preciso, tanto desde el punto de vista operacional como del económico, que el aeropuerto posea talleres. La selección de los tipos de taller depende mucho de la situación local, por ejemplo: el tamaño del aeropuerto, el volumen del tráfico, la propiedad de las instalaciones y del equipo, la compartición de las tareas entre los usuarios del aeropuerto (líneas aéreas) y el administrador del aeropuerto, etc. En cada caso

las soluciones para la creación de talleres han de tener en cuenta:

- los requisitos de mantenimiento local;
- los objetivos económicos.

Las necesidades económicas pueden exigir que se recurra a talleres o a especialistas externos para realizar tareas de mantenimiento y aún para prestar asesoramiento de emergencia. Para la utilización económica del aeropuerto, es importante establecer un buen equilibrio entre la capacidad de trabajo interna para el mantenimiento del aeropuerto y su organización, para cumplir las tareas urgentes en horas pico.

4.3 MANTENIMIENTO DE LAS AYUDAS VISUALES

El objetivo básico de las instalaciones de ayudas visuales es contribuir a las operaciones de las aeronaves en condiciones de seguridad. En consecuencia, se exigen las normas de mantenimiento más altas. Una vez que se ha montado una instalación, su utilidad depende del servicio que presta, que a su vez depende de la eficacia de las tareas de mantenimiento que se realizan. En el Capítulo 1 del Anexo 14 de la OACI se determina que una luz ha fallado cuando su luminosidad desciende por debajo del 50% de la especificada para una luz nueva. Las causas de pérdida de luminosidad pueden ser la presencia de contaminantes dentro y fuera del dispositivo luminoso y el deterioro de la lámpara y del sistema óptico, debido al envejecimiento. La luz puede y debe restaurarse a su estado original, limpiando o remplazando la lámpara y cualquier pieza que aparezca deteriorada. Para este fin es indispensable establecer un sistema amplio de mantenimiento periódico, para atender las luces y otras instalaciones, de modo que el conjunto esté de acuerdo con los requisitos indicados. El Anexo 14 de la OACI, Capítulo 9, trata de esta cuestión.

En cuanto a personal, la tarea de mantenimiento de las ayudas luminosas sólo deberá ponerse en manos de electricistas confiables y hábiles, que hayan tenido experiencia con alta tensión, circuitos en serie y luminotecnia. Estos especialistas deberán estar presentes o a disposición, durante las horas de funcionamiento del aeropuerto, para subsanar cualquier deficiencia que pudiera surgir. Deben establecerse programas de instrucción para mantener el nivel de competencia del personal de mantenimiento y para que estén al tanto de las novedades técnicas.

Es conveniente que se disponga de existencias suficientes de repuestos. El nivel de las existencias dependerá del tiempo necesario para conseguir un artículo, en particular, y de su duración en depósito.

De igual manera, debe mantenerse a disposición un juego de planos de fabricación. Estos planos deben mantenerse actualizados, reflejando inmediatamente en los mismos cualquier modificación ocurrida en el lugar. Deberá verificarse por lo menos una vez por año que los diagramas de circuitos, los planos y las descripciones estén completos y sean precisos.

En cuanto al plan de mantenimiento menor, se puede mencionar lo siguiente. La frecuencia con la que hay que llevar a cabo la inspección de rutina, la limpieza y el servicio, variará de acuerdo con el tipo de instalación, su emplazamiento y su uso; el correspondiente plan de mantenimiento a establecer será diferente para cada aeropuerto, y su objetivo deberá ser lograr el nivel de servicio requerido.

Pueden necesitarse verificaciones más frecuentes en el caso de las luces que sirven a las pistas de aproximación de precisión, de las Categorías II y III.

4.4 MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL AEROPUERTO

El buen estado de servicio y la confiabilidad operacional del equipo y de las instalaciones de navegación aérea, son requisitos necesarios para el funcionamiento seguro de las aeronaves en la zona del aeropuerto. Aparte de las ayudas visuales, el equipo y las instalaciones de navegación aérea comprenden las ayudas electrónicas para el aterrizaje, el equipo de navegación, el radar y el equipo de los servicios meteorológicos.

El servicio requerido de las instalaciones y del equipo sólo se logrará si se dispone de una fuente de energía constante. Para este fin es preciso ejecutar trabajos regulares de mantenimiento del equipo y de las instalaciones del aeropuerto que distribuyen la energía primaria y del equipo que suministra la energía secundaria (ya que siempre existen circuitos separados). Es necesario establecer programas de mantenimiento para cada uno de los elementos del sistema de suministro de energía, por ejemplo, cables eléctricos, cables de control, transformadores, estaciones de transformación, reguladores, reguladores y gabinetes de conmutadores y equipo de suministro de energía secundaria.

Con frecuencia es preciso realizar tareas en zonas de alta tensión, por lo cual se recomienda mantener al personal bien informado y al día, en cuanto a medidas de seguridad. Para proteger el personal, los dispositivos de seguridad necesarios se deberán mantener continuamente en buen estado.

El personal de mantenimiento deberá estar presente o a disposición, durante las horas de utilización del aeropuerto. Es recomendable que las mismas personas tengan a su cargo el mantenimiento de las instalaciones eléctricas y de las ayudas visuales.

Los programas de mantenimiento rutinario de los diferentes elementos de la instalación eléctrica del aeropuerto deberán basarse en las recomendaciones del fabricante, adaptadas a la experiencia propia del administrador en cuanto a la frecuencia de las averías. En consecuencia, será preciso llevar un registro de las tareas de mantenimiento realizadas.

Como la frecuencia del servicio depende del tipo de equipo, no es posible fijar programas de mantenimiento de aplicación general.

4.5 MANTENIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS

La superficie de las pistas deberá mantenerse en un estado que impida la formación de irregularidades dañinas o el desprendimiento de material que pudiera representar un peligro para el funcionamiento de las aeronaves. Esta especificación exige una vigilancia continua del estado del pavimento, para su reparación, cuando sea necesaria. La reparación de pavimentos es costosa y con frecuencia impone restricciones en el tráfico del aeropuerto, aún cuando las zonas dañadas sean pequeñas. En consecuencia, el mantenimiento preventivo reviste gran importancia para la conservación del pavimento del aeropuerto.

4.5.1 PAVIMENTOS RIGIDOS (DE CONCRETO HIDRAULICO)

Los daños superficiales en los pavimentos de concreto hidráulico de cemento Portland pueden tener normalmente su origen en fallas de proyecto o de construcción, tales como cantidad insuficiente de cemento, tenor de agua demasiado alto para la mezcla o tratamiento inadecuado durante el fraguado. Las formas típicas de daño superficial son:

- superficie porosa o desintegrada,

- separación de una capa superficial delgada,
- extrema lisura en la superficie, creada por pulido causado por el tránsito,
- rotura del pavimento cuando las grietas se propagan a las capas interiores.

Cuando la capa de pavimento dañada es muy delgada y el daño puede identificarse como consecuencia del tratamiento inadecuado de la superficie durante la construcción, es suficiente con raspar la superficie para subsanar ese defecto. Si esta pérdida en el espesor no crea problemas y el concreto que se encuentra debajo se halla en buen estado, no se requiere ningún tratamiento ulterior para restaurar la sección de pavimento de concreto. Se recomienda verificar que ese tipo de reparación no produzca desigualdades superficiales ni la formación de charcos.

Si se ha advertido que la única deficiencia en la calidad del pavimento es una superficie demasiado porosa, los poros pueden llenarse por sellado o revestimiento.

Si el material de la superficie de concreto se encuentra más dañado, con grietas profundas, es preciso quitar con muela ese material hasta alcanzar el nivel del concreto sólido y después realizar la reconstrucción de esa superficie.

Para efectuar reparaciones provisionales de urgencia en el pavimento, existen cementos especiales de fraguado rápido que adquieren alta resistencia en una hora o en un tiempo menor. Sin embargo, la experiencia enseña que la duración de estos materiales es bastante corta.

Reparación de daños en los bordes del pavimento

Los bordes se rompen con mayor frecuencia en las juntas del pavimento. La razón de este tipo de daño es la transferencia inconveniente de fuerzas a través de la junta, producida en la mayoría de los casos por un cálculo incorrecto de la junta o por las piedras encajadas. El material del pavimento estalla sobre el punto de contacto, debido a las tensiones de compresión inducidas. Otra razón puede ser la aplicación de cargas puntuales extremas cerca de una junta de losa, provocado a veces por el equipo de remoción de nieve. Las esquinas son particularmente sensibles a las sobrecargas, si por alguna razón las losas carecen de apoyo en la sub-base.

Los bordes rotos producen piezas sueltas de diferentes tamaños, que significan un peligro importante para las aeronaves. Además, las irregularidades superficiales sobre el pavimento son inconvenientes para las aeronaves y los vehículos terrestres. En consecuencia, los bordes rotos

deberán repararse lo antes posible. Lo mínimo que debería hacerse es retirar todo el material suelto de la superficie del pavimento para reducir el peligro inmediato a las aeronaves y obturar provisionalmente las aberturas más profundas en la superficie del pavimento.

Reparación de juntas de pavimentos de concreto

Los pavimentos de concreto llevan juntas para compensar las tensiones causadas por variaciones en longitud del material de hormigón, debidas a los cambios de temperatura. Estas juntas deben obturarse con un material elástico resistente a los combustibles (sello asfáltico o sello plástico de neopreno del tipo tubular), para evitar que el agua de la superficie penetre en la sub-base o en el terreno de asentamiento (también llamado de fundación) y que los restos duros o las piedras se incrusten entre las losas adyacentes. Una vez que la junta se hace permeable, el agua puede socavar el terreno de fundación y, en consecuencia, el vacío dejado debajo de las losas puede reducir la capacidad portante del material del firme. El terreno de fundación debajo del firme sufrirá las consecuencias si no resiste las heladas ni está bien drenado. En ambos casos se producirá la rotura del concreto. Básicamente, la permeabilidad del terreno de fundación determina los requisitos de mantenimiento de las juntas.

Para evitar que los pavimentos de concreto sufran daños graves, es preciso renovar todos los selladores de juntas cuando se observe que los mismos fallan y se desmenuzan.

Mantenimiento de las juntas de las losas

En el mantenimiento de las juntas de las losas es preciso retirar todo el material viejo. Después de esto, deberán limpiarse perfectamente los flancos desnudos de las losas, eliminando tierra, grasa y polvo. Si los bordes están dañados, se les reparará con un cemento adecuado, a base de resinas sintéticas. Después de insertar un tope para limitar la profundidad del material de sellado, puede rellenarse la junta con el material líquido. Deberá tenerse cuidado de no llenar la junta hasta el tope, ya que si esto ocurriera el material de sellado en la junta se hinchará por sobre la superficie cuando el pavimento se dilate bajo cargas térmicas. Esto puede producir posteriormente contaminación superficial. El material seleccionado debe ser resistente al combustible, particularmente en las secciones del pavimento en que ocasionalmente puedan producirse derrames.

4.5.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASFALTICOS)

Los daños superficiales del asfalto dimanán normalmente de la composición inapropiada de la mezcla asfáltica, del contacto con combustibles, grasas o solventes, de cargas extremas concentradas, del desgaste mecánico o de la destrucción por agentes químicos. Otros daños (descomposición, ablandamiento y deformación de la superficie), son debidos al intemperismo por agentes atmosféricos.

Cuando el daño es menor y sólo afecta la superficie, la reparación puede ejecutarse aplicando una capa asfáltica sobre la que se esparcirá arena cuarzosa o basalto triturado, pasándose después el rodillo.

En los casos en que los daños sean más profundos, las reparaciones abarcarán el material de la sub-base. Durante estos trabajos de mantenimiento el material del terreno de fundación se repondrá y compactará para restaurar la capacidad de comportamiento por debajo de la zona de pavimento reparada.

Reparación de defectos superficiales en el pavimento

Para las superficies de pavimentos de pistas se han especificado requisitos de alta calidad. La textura de la superficie proporcionará buenas características de rozamiento y por ello se sugiere que la superficie de la pista se construya sin irregularidades que pudieran afectar el aterrizaje o el despegue del avión.

Cuando se haya encontrado que las características de rozamiento de la superficie de la pista se encuentran por debajo de los niveles especificados, habrá que adoptar medidas correctivas. Las reparaciones pueden ir desde la eliminación de los contaminantes de la superficie, hasta las reparaciones importantes.

Con el tiempo, una superficie puede quedar desigual sin producir grietas. Si esta desigualdad se presenta en puntos aislados y es moderada, la escarificación o el fresado de la superficie pueden contribuir a restaurar la calidad superficial requerida. Si los defectos son más graves, será necesario corregirlos, mediante un revestimiento.

4.6 BARRIDO

Por razones de seguridad, las superficies de las pistas, de las calles de rodaje y de las plataformas, tienen que estar libres de arena, grava, piedras u otros objetos sueltos. Los motores de las aeronaves fácilmente pueden acumular materiales

sueltos y sufrir daños graves en los álabes del compresor o en las hélices. Existe también el peligro de que el chorro de la hélice o del motor de reacción pueda lanzar los objetos sueltos, como balas, contra las aeronaves, los vehículos, los edificios o las personas que se encuentren en las inmediaciones. Asimismo, el relieve de los neumáticos de las aeronaves que ruedan o de cualquier vehículo en movimiento, puede arrojar objetos y causar daños. El mantenimiento de las zonas de movimiento requiere una vigilancia constante y un barrido regular de las superficies.

4.7 LIMPIEZA DE CONTAMINANTES

Las superficies pavimentadas de los aeropuertos pueden verse contaminadas por combustible, lubricantes, aceite hidráulico, pintura para marcar, caucho, etc. Los contaminantes pueden dejar las superficies resbalosas y cubrir las señales de las superficies. Los depósitos de aceite y de caucho en las pistas afectan la eficiencia del frenado de las aeronaves, particularmente cuando los pavimentos están húmedos. En consecuencia, un requisito de seguridad es mantener limpia la superficie de pista.

Existen diferentes métodos eficaces, aunque éstos son diferentes en rendimiento, rapidez, costos y erosión del material superficial. Aquél que se llegue a utilizar dependerá del presupuesto autorizado para ello, del tipo y tamaño del aeropuerto, del número de operaciones anuales, etc.

4.8 DRENAJE

El drenaje del aeropuerto es necesario:

- para mantener un suelo suficientemente resistente para la marcha de los vehículos y de las aeronaves en cualquier momento del año,
- para evitar la atracción de los pájaros y otros animales, que representan un peligro potencial para las aeronaves.

El drenaje superficial es necesario para evitar que el agua se estanque en algunas partes del área de movimiento y forme charcos o pozos. La rápida escorrentía del agua es particularmente importante en las pistas, para reducir el peligro del hidroplaneo (acuaplaneo).

Por razones prácticas, todo aeropuerto debe contar con tres sistemas de drenaje; uno pluvial, para drenar el agua de lluvia de las pistas, calles de rodaje, plataformas, calles de servicio, calles públicas y terrenos de estacionamiento; otro, similar al drenaje industrial, para escurrir las zonas que frecuentemente se encuentran contaminadas por aceite, grasa o productos químicos, por ejemplo los hangares, las zonas de mantenimiento de las aeronaves, los talleres y los depósitos de productos petrolíferos, y otro más que corresponde al drenaje sanitario.

La red de drenaje que ha de servir para drenar las aguas pluviales puede construirse de modo que resuma el agua de las precipitaciones en el terreno adyacente. Si el suelo natural no fuera adecuado para drenar el agua de la superficie, la misma deberá encauzarse por los desagües o por otros sumideros artificiales conectados a un tubo de drenaje, a una alcantarilla o a un canal que lleve el agua hasta los arroyos, ríos o lagos cercanos. Para proteger estos cursos de agua naturales de la contaminación, podrían instalarse estanques colectores con separadores de aceite.

La red de drenaje prevista para servir a los hangares, talleres, depósitos de productos petrolíferos y a otras zonas que producen contaminantes, puede conectarse con la red común de alcantarillas que conduzca el agua a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Para el tratamiento previo, el agua encauzada deberá pasar por separadores de combustible antes de entrar a la alcantarilla.

En general, el administrador del aeropuerto tendrá que cumplir con las normas de tratamiento de aguas, establecidas por las autoridades nacionales o locales responsables de la conversión y del suministro del agua y de la protección del medio ambiente. El plan de la red de drenaje del aeropuerto dependerá de las condiciones locales, y el programa de mantenimiento se ha de establecer, en consecuencia.

4.9 MANTENIMIENTO DE LAS ZONAS NO PAVIMENTADAS

El mantenimiento de las zonas no pavimentadas de un aeropuerto es indispensable por las siguientes razones principales:

- seguridad de las aeronaves en las zonas de operaciones (pistas, calles de rodaje, franjas y zonas de seguridad al final de las calles de rodaje);

- seguridad de la aeronave en vuelo (zonas del aeropuerto y de su vecindad inmediata dentro de un circuito de vuelo determinado, donde pueden crecer árboles y arbustos); y
- reducción del peligro para las aeronaves (zonas de hierba dentro del perímetro del aeropuerto).

El mantenimiento de las zonas no pavimentadas no tiene que ser efectuado forzosamente por personal de la administración del aeropuerto. Esta puede contratar los servicios de granjeros cercanos, que pueden tomar a su cargo la tarea, cuando se les comunique. Los granjeros podrían aprovechar el pasto como alimento para el ganado y utilizar su propio equipo. Las tareas que lleven a cabo los contratistas deben ser vigiladas por personal autorizado para cumplir con los requisitos de seguridad del tránsito aéreo.

4.10 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO Y VEHICULOS

Mediante el mantenimiento preventivo, las instalaciones de un aeropuerto pueden mantener la seguridad, la regularidad y la prontitud en las operaciones del tránsito aéreo (sobre este punto véase el Anexo 14 de la OACI). Esta especificación abarca, entre otros, al equipo y a los vehículos siguientes:

- vehículos de salvamento y de extinción de incendios,
- dispositivo para enarenado y agentes de descongelamiento,
- dispositivo de medición del rozamiento, en la superficie de los pavimentos,
- barredoras para eliminar contaminantes de las zonas de circulación de las aeronaves,
- cortadoras de césped y otros vehículos para cortar la hierba en las zonas no pavimentadas.

Puede haber también otros vehículos en funcionamiento, para los servicios de las aeronaves en tierra (combustible, agua, energía eléctrica, aire a alta y baja presión, etc.), despacho de pasajeros, manipulación y transporte de las cargas. Todos estos vehículos requieren de mantenimiento preventivo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los administradores de los vehículos tienen que disponer lo necesario para mantener sus equipos en condiciones de servicios en todo momento, como parte de las tareas de mantenimiento del aeropuerto.

El mantenimiento de los vehículos del aeropuerto puede organizarse de acuerdo con tres principios diferentes:

- a) el aeropuerto lleva a cabo el mantenimiento en sus propios talleres;
- b) los contratistas llevan a cabo el mantenimiento en talleres emplazados en el aeropuerto; o
- c) los contratistas llevan a cabo el mantenimiento fuera del aeropuerto.

Los intervalos de tiempo fijos ofrecen la ventaja de una utilización bien equilibrada de los talleres. El equipo con pocas horas de utilización por año, deberá inspeccionarse con regularidad. Sin embargo, el mantenimiento para protegerlo del desgaste efectivo, no puede ejecutarse según el método de intervalos fijos, ya que no se considera el uso individual del equipo.

Si se toman las horas de marcha como base para el programa, es aconsejable que el usuario lleve un registro de las horas de utilización. El usuario del equipo deberá ocuparse de rotar el uso del mismo y de verificar las horas de funcionamiento.

El usuario (o el propietario) de los vehículos, podrá determinar los intervalos de mantenimiento, de acuerdo con la experiencia, las recomendaciones del fabricante y la capacidad del taller. No pueden darse normas. Las cifras que pudieran indicarse en los manuales provienen de la experiencia del aeropuerto y pueden servir como orientación.

El programa de mantenimiento es individual, para cada tipo de vehículo o de equipo, y depende de su función, de las características de desgaste y de las recomendaciones del fabricante. La inspección deberá llevarse a cabo por especialistas.

Cabe señalar que un elemento importante del mantenimiento de los vehículos de aeropuertos es la atención al equipo de radiotelecomunicaciones instalado, ya que, por la misma naturaleza del control de tránsito de un aeropuerto, el radioteléfono (o radio) tiene que estar en condiciones de servicio en todo momento.

4.11 MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

En muchos aeropuertos se desarrollan diversas actividades que giran alrededor de la aviación o de sus ocupaciones afines. En consecuencia, en la parte construida de un aeropuerto puede haber numerosos edificios, de los cuales sólo

una parte cumple funciones primordialmente aeronáuticas. Los edificios comunes que se pueden localizar en los aeropuertos son:

- edificios para los pasajeros,
- cobertizos para la manipulación de cargas y depósitos,
- edificios para el control del tránsito aéreo,
- hangares para las aeronaves,
- cuartel de bomberos,
- talleres y plantas de mantenimiento de aeronaves y de motores,
- cobertizos para vehículos y equipos,
- grupos de depósitos de combustible,
- depósitos y silos,
- edificios para el comisariato de las aeronaves,
- edificios para administración y oficinas,
- edificios para hotel y restaurante,
- centros de convenciones,
- garages para estacionamiento.

Aunque todos estos edificios exigen mantenimiento, sólo una pequeña parte de esta tarea es específicamente aeronáutica. En el contexto de las prácticas de mantenimiento de aeropuertos, no se describe el mantenimiento normal de edificios y de instalaciones técnicas. Las descripciones se limitan al funcionamiento correcto de lo que es indispensable para el despacho eficaz de los pasajeros o del equipaje, o para la seguridad de los pasajeros.

El edificio en un aeropuerto, que atañe directamente al despacho de los pasajeros y del equipaje, es el edificio de pasajeros o la terminal. Su objetivo es el intercambio entre el transporte terrestre y el aéreo, y el transbordo entre vuelos. Aunque el requisito de seguridad es el mismo que el de cualquier otra instalación pública, la exigencia principal es el paso rápido de los pasajeros y del equipaje por la instalación.

Con el propósito de mantener el requisito de eficacia, los componentes siguientes del edificio terminal no deberán sufrir deficiencias operacionales durante las horas de funcionamiento:

- sistema de iluminación de los edificios de la terminal para pasajeros y del antepatio de la parte pública correspondiente y la zona de estacionamiento de los automóviles,
- sistema de información de vuelo para los pasajeros,
- instalación de aire acondicionado,
- instalación de calefacción,
- puertas de apertura automática,

- equipo de entrega de equipajes,
- dispositivos fijos para embarque de pasajeros (rampas de embarque frontal o pasarelas telescópicas),
- ascensores,
- escaleras mecánicas,
- transporte entre dos puntos fijos,
- instalaciones fijas de protección contra incendios,
- salidas de emergencia.

Una gran parte de las tareas de mantenimiento es particularmente apropiada para los trabajos por contratación. Se ha demostrado que son útiles y económicos los contratos de mantenimiento de servicios e inspección de instalaciones, tales como puertas automáticas, bandas transportadoras, pasarelas telescópicas, ascensores, escaleras mecánicas y rampas móviles.

CAPITULO 5

REPERCUSIONES EN EL PROYECTO

REPERCUSIONES EN EL PROYECTO DE UN AEROPUERTO

En términos resumidos, aunque no jerarquizados por orden de importancia, se presentan a continuación, los aspectos operativos relevantes de un aeropuerto, que deben considerarse durante la planificación de éste, debido a la gran trascendencia que tendrán en su funcionamiento, que debe ser, prioritaria y permanentemente, seguro y eficiente.

- La operación inadecuada de un aeropuerto, probablemente originada por altos niveles de retraso y, consecuentemente, por altos costos operacionales para los pasajeros, puede ocasionar una disminución notable en los niveles de demanda, ya que el pasajero buscará satisfacer adecuadamente su necesidad de transportarse a través de los servicios de otro aeropuerto o de otro medio de transporte. Este déficit de demanda generará a su vez la disminución del número de operaciones en el aeropuerto.

- Para aeropuertos con terminales descentralizadas, es de suma importancia que el sistema de tránsito para llevar a cabo las conexiones interterminales funcione eficientemente, sobre todo en horas punta, ya que de no cumplirse esto, los tiempos de espera de la aeronave en su puesto de estacionamiento en la plataforma podrían incrementarse considerablemente, generando mayores costos de operación y además, reduciendo la capacidad del aeropuerto, como consecuencia de la falta de puestos de estacionamiento disponibles.

- Para el análisis de la longitud de la pista, resulta muy importante la consideración de una amplia zona de obstáculos situada más allá de los extremos de la pista. Al hacerlo, se podrá aumentar el valor del peso máximo de despegue autorizado y con ello, el peso de la carga pagada o del combustible, aumentando con ello la capacidad del aeropuerto y los niveles de servicio para el pasajero.

- Es muy posible que en el futuro, con la introducción de aeronaves de mayor capacidad y mayor peso, la longitud de las pistas tuviera que aumentar, aunque esto no haya ocurrido en la realidad. Por ello mismo, es necesario que se eviten los obstáculos en los extremos de las pistas para que no se castigue el peso máximo de despegue y, como consecuencia, no se reduzca la capacidad del aeropuerto.

- En caso de no reservar una zona libre de obstáculos lo suficientemente grande, de que se llegaran a construir altas edificaciones en las inmediaciones de los extremos de las pistas y de que no se pudieran recorrer éstas últimas, el peso máximo autorizado de despegue se tendría que reducir, y ello ocasionaría la disminución de la capacidad, involucrando mayores costos de operación. Además, se tiene que tomar en cuenta el tipo de ayudas utilizadas para realizar las maniobras de aterrizaje. Por ejemplo, si el aeropuerto operara con ILS, el aterrizaje de las aeronaves se dificultaría y ello podría obligar a adelantar el cambio del ILS por un MLS, ocasionando mayores costos de operación y mantenimiento.

- Se ha de evitar, hasta donde sea posible, que no se construyan altas edificaciones en las inmediaciones del aeropuerto, con objeto de no modificar la longitud de las pistas. Si el obstáculo fuera natural, por ejemplo una montaña, y no existiera la posibilidad de modificar la orientación de la pista o de recorrerla para evitar el riesgo de choque con la montaña, se procedería, en caso de ser necesario, a realizar los cortes requeridos en el obstáculo, para así poder proporcionar la seguridad necesaria durante las maniobras de despegue y aterrizaje. Nuevamente, de no tomarse en cuenta este aspecto en la formulación del proyecto, se generarían costos de operación muy altos. En caso de no "cortar" la montaña, las maniobras se complicarían considerablemente.

- Durante la formulación del proyecto es preciso considerar los tipos de aeronaves que podrían operar en el futuro dentro del aeropuerto, con objeto de evitar altos costos de mantenimiento y restauración de los pavimentos. Cabe esperar que las aeronaves que se introduzcan en los siguientes años sean de mayor tamaño, y capacidad, y consecuentemente, de mayor peso.

- Si llegaran a fallar una o varias luces del sistema de aproximación visual (sea cual fuere), las operaciones en el aeropuerto exigirían que los mínimos operativos aumentaran y en el caso extremo, se tendrían que clausurar temporalmente, mientras las luces se cambiaran o repararan. Ello implicaría la reducción de la capacidad del aeropuerto y, probablemente, de los niveles de servicio para el pasajero, en el caso de que una aeronave optara por aterrizar en un aeropuerto alterno.

- De nuevo, la zona libre de obstáculos y la eliminación de las edificaciones en las inmediaciones de los extremos de las pistas es un aspecto de suma importancia, ya que en el supuesto caso de que uno de los motores de la aeronave llegara a fallar en el segundo segmento, podría ocurrir un accidente bastante severo, en el caso de no advertir la falla del motor en este segmento.

- La reparación del pavimento estructural de una calle de rodaje (ya sea de entrada o de salida), ocasionará el aumento de los tiempos de servicio destinados para las aeronaves, y ello reducirá la capacidad del aeropuerto. También, cuando una calle de rodaje es cerrada, se puede generar un incremento en el rodaje de las aeronaves y con ello, un aumento en el consumo de combustible, así como en los esfuerzos generados en el pavimento estructural y en el desgaste y calentamiento de los neumáticos. La consecuencia inmediata: mayores costos de operación y mantenimiento.

Es necesario considerar también que las calles de rodaje excesivamente largas provocan altos costos de mantenimiento. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que éstas deben ser lo suficientemente largas y anchas para atender la demanda, por lo menos durante los siguientes 5 años.

- Por otra parte, si la red de calles de rodaje de salida está conformada por calles de baja velocidad (salida en ángulo o velocidad cero), la capacidad comparativa será menor con respecto a las calles de alta velocidad.

- Es posible que en algunos lugares la temperatura ambiente aumente considerablemente durante determinadas épocas del año. Si este fuera el caso, se requerirá de una longitud de pista mayor para el peso máximo de despegue autorizado. Si la pista no contara con mayor longitud disponible, este peso se tendría que reducir, ya sea en pasajeros, carga o combustible. Ello implicaría mayores costos de operación para las aerolíneas y pasajeros, y tal vez hasta para los contribuyentes.

- Si no se toman en cuenta los vientos dominantes en el lugar donde se encuentre el aeropuerto, particularmente los vientos de cola, para definir la orientación y longitud de las pistas, podría requerirse de longitudes mayores. De la misma manera, se tiene que realizar una consideración similar con las pendientes de la pista. Cuando la pendiente es ascendente, se requiere de una longitud mayor de pista. Si las condiciones topográficas obligan a que la geometría adoptada sea como la

mencionada, se tendrá que tener sumo cuidado con los máximos pesos autorizados de despegue.

- En caso de no disponer de espacio suficiente para llevar a cabo la ampliación de las instalaciones del aeropuerto, en especial del edificio terminal, de las pistas, red de calles de rodaje y plataformas, los niveles de servicio y la capacidad se irán reduciendo. Esto se podrá reflejar, por ejemplo, en que los pasajeros tengan que documentarse con mayor anticipación, y si no existen suficientes mostradores para ese trámite, se irán generando líneas de espera y colas, con ello, los tiempos de espera serán mayores, ocasionando menores niveles de servicio para el pasajero. En consecuencia, el aeropuerto se comenzará a saturar y en caso de llegar a la sobresaturación, los costos de mantenimiento y operación aumentarán considerablemente. Este fenómeno generará demasiadas incomodidades para el pasajero, entre las cuales también se incluye la de no contar con el espacio mínimo sugerido por pasajero dentro del edificio terminal, el cual es de 26 a 28 m² pasajero.

- En el largo plazo, los pavimentos asfálticos resultan ser más caros que los de concreto hidráulico. En un principio se podrá pretender el ahorro con la implementación de estos pavimentos flexibles. Sin embargo, además de resultar más caros, llega un momento en el que por más servicios de mantenimiento que se les proporcionen a éstos, su capacidad y comportamiento no mejoran.

- En caso de no considerarse apartaderos de espera dentro de la configuración de las plataformas, si éstos llegaran a necesitarse y se establecen, la capacidad del aeropuerto se puede reducir y las demoras en las salidas de los vuelos podrán ocurrir. Sin embargo, una sola aeronave, o más de cuatro simultáneas, no justifican ampliamente la construcción del apartadero de espera.

- Siempre se requiere definir qué tipo de aviación utilizará las instalaciones del aeropuerto. En caso de que se presentaran operaciones simultáneas de compañías aéreas, de la aviación general y/o militar, se generará una reducción considerable en la capacidad del aeropuerto y en los niveles de servicio, y los costos de mantenimiento se incrementarán notablemente. Como dato adicional, a continuación se indica la composición general de la aviación:

* Aviación comercial regular:

- Nacional ————— compañías nacionales
- Internacional ————— compañías extranjeras

* Aviación general:

- ejecutiva
- deportiva
- industrial

* Aviación comercial no regular (vuelos charter)

* Aviación militar

- Si llegara a fallar alguno de los tractores que proporcionan la impulsión o la tracción a la aeronave para entrar o abandonar el puesto de estacionamiento, la capacidad del aeropuerto puede reducirse, y se podrán presentar demoras en las salidas, reducción en los niveles de servicio para el pasajero y con ello, se evitaría que las aeronaves que llegaran pudieran ocupar la plataforma.

Por lo anterior, es necesario definir la configuración de la plataforma del aeropuerto en una etapa temprana del proyecto. Recordar que la definición de la plataforma va íntimamente ligada con el diseño del edificio terminal.

- Por lo anterior, también es conveniente tomar en cuenta que la configuración de plataforma de estacionamiento con proa hacia adentro, combinada con pasarela (o túnel), implicará mayores costos en el proyecto, en comparación con la configuración de plataforma abierta, pero ofrecerá mayores niveles de servicio.

- Ya que un aeropuerto puede (y debe) ser capaz de atraer nuevos beneficios de comercio, industria, turismo, etc. para la comunidad involucrada con su proyecto y construcción, éste debe estar diseñado, construido y operado de modo que permita su autosuficiencia, y en todo caso, no debe representar una carga excesiva para los usuarios y/o contribuyentes. Se resalta el hecho de que los niveles de inversión y de capacidad deberán intentar ser compatibles con el nivel económico de la comunidad.

Además, será conveniente tener cuidado en la localización del mismo y en el diseño de los caminos de acceso que

comuniquen al aeropuerto con las comunidades y con los otros sistemas de transporte.

- Durante la concepción del aeropuerto y del emplazamiento donde se localizará, se deberá considerar que varias comunidades podrían verse desplazadas, y que además se podrá cambiar el régimen económico de las comunidades no desplazadas. Se requerirá analizar el impacto económico y social que se pueda generar y, en su caso, considerar las previsiones pertinentes, antes de la ejecución del proyecto.

- Todas las actividades de mantenimiento tendrán impacto directo en el funcionamiento del aeropuerto, y por ellas, su capacidad podrá verse afectada, en mayor o menor medida, dependiendo de las instalaciones a las que no se les brinden los servicios de mantenimiento (preventivo o correctivo) oportunamente. De esta forma, se mencionan algunos ejemplos relacionados con lo anterior:

- Las irregularidades o el desprendimiento del material que compone los pavimentos de las pistas o de las calles de rodaje, pueden ocasionar daños directos a las aeronaves. La seguridad de las operaciones puede ponerse en peligro. Al realizar las tareas de reparación o mantenimiento de los pavimentos se imponen restricciones en el tráfico del aeropuerto y ello puede disminuir la capacidad del mismo y además, aumentar la demora de las aeronaves, ya sea en tierra (en plataforma o en alguna de las calles de rodaje), o en el aire (cuando los aviones esperan la oportunidad para aterrizar).
- Se tendrán que efectuar las labores de mantenimiento o reparación de los selladores de las juntas de los pavimentos, a fin de evitar la penetración del agua o algún otro líquido, y con ello provocar la socavación del terreno de fundación y la reducción de la capacidad de carga del terreno y los pavimentos.
- El funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de drenaje tendrán impacto directo en la capacidad de las pistas del aeropuerto. De no funcionar éstos correctamente, podrá presentarse el fenómeno de acuaplaneo, reduciendo la capacidad de frenado y con ello, reduciendo las posibilidades de realizar las maniobras de aterrizaje y despegue, seguras y eficientemente.

- Para definir el tipo de sistema de embarque y desembarque de pasajeros, es conveniente tomar en cuenta que las velocidades de ascenso y descenso (por escaleras) se consideran prácticamente las mismas, y son considerablemente menores que la velocidad de desplazamiento horizontal. Por ello, se sugiere que para volúmenes de hasta 5 millones de pasajeros anuales, la configuración del edificio terminal sea de 1 nivel; para volúmenes entre 5 y 10 millones de pasajeros al año, que el edificio terminal sea de 1 nivel y medio; y que para volúmenes mayores de 10 millones de pasajeros anuales, el edificio sea de 2 niveles.

Muy importante será recordar que los tiempos de ocupación de plataforma estarán en función de los tipos de aeronaves, del tipo de vuelo (nacional o internacional) y de la eficiencia en el abordaje y descenso de los pasajeros, que a su vez es función del tipo de configuración del edificio terminal.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expresado en los capítulos precedentes, sobre la planificación integral de un aeropuerto, con base en los requerimientos operativos presentes y previsibles, de mediano y largo plazo, para su funcionamiento eficiente, a continuación se presentan algunas conclusiones derivadas de este trabajo:

- El crecimiento de sistemas de transporte eficientes, constituye un elemento fundamental para el desarrollo de un país o región. Por ello es preciso señalar que en la medida en que estos sistemas puedan ofrecer un servicio satisfactorio, con apego a las normas establecidas de seguridad y calidad, las posibilidades de desarrollo global irán en aumento.

- Para la elaboración de un proyecto de aeropuerto, es fundamental atender, con todo rigor, en forma racional y con juiciosa imaginación, todos los aspectos operativos involucrados en el mismo. Si se procede así, el proyecto una vez realizado, podrá crecer plenamente, sin dificultad y de acuerdo a las previsiones de demanda del servicio. De esta manera podrá evitarse el continuo adecuamiento de las instalaciones aeroportuarias y la desmesurada asignación de recursos para ese fin.

- Puede ocurrir que los reportes del funcionamiento de un aeropuerto se concentren ampliamente en el desempeño de los aspectos financieros y que se llegue a tener un desempeño muy favorable en ese sentido, no obstante haber ofrecido un servicio deficiente a los usuarios. La política de la administración aeroportuaria deberá concentrarse más en todo lo concerniente al servicio ofrecido al público y a la seguridad de sus operaciones, y no necesaria y únicamente al buen manejo financiero del aeropuerto.

- Por tratarse de un proyecto complejo, tanto en sus componentes como en su operación, alguna restricción resultante de una deficiente planificación, especialmente en lo que se refiere a ampliación de la infraestructura disponible, resultará difícil y costosa de enmendar, en su momento, y si se intenta, generalmente no resultará del todo satisfactoria.

- Durante la elaboración y ejecución del proyecto de un aeropuerto, tanto los ingenieros proyectistas como los ingenieros constructores, deberán adecuar sus acciones a las restricciones que la operación imponga, y no lo contrario, es decir, proyectar y construir, y finalmente concluir con la adecuación de las operaciones de acuerdo a la infraestructura disponible.

- La estructuración adecuada de los sistemas de transporte, representará un elemento medular para el desarrollo de las comunidades y, consecuentemente, del país. La correcta planeación de los aeropuertos, considerando todos los factores que se deban involucrar, podrá asegurar la autosuficiencia económica del sistema, y su impacto se podrá manifestar en el quehacer económico y social de su área de influencia.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- * International Civil Aviation Organization.
INTERNATIONAL STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES,
AERODROMES, ANNEX 14 TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL
CIVIL AVIATION.
ICAO. Montreal, 1976.

- * Ashford, N.J., Martin s. y Moore C.
AIRPORT OPERATIONS.
Wiley-Interscience. Nueva York, 1984.

- * Horonjeff, R. y McKelvey, F.
PLANNING & DESIGN OF AIRPORTS, 3rd. Edition.
McGraw-Hill International. Nueva York, 1986.

- * International Civil Aviation Organization.
AERODROME DESIGN MANUAL, PART 1: RUNWAYS, Document 9157-
AN/901.
ICAO. Montreal, 1980.

- * Ashford, N. y Wright, P.H.
AIRPORT ENGINEERING.
Wiley-Interscience. Nueva York, 1979.

- * Federal Aviation Administration.
AIRCRAFT HYDROPLANING OR AQUAPLANING ON WET RUNWAYS,
Advisory Circular AC 91-24.
FAA. Washington, D.C., 1969.

- * Horne, W.B. y Joyner U.T.
PNEUMATIC TIRE HYDROPLANING AND SOME EFFECTS ON VEHICLE
PERFORMANCE.
Society of Automotive Engineers. Nueva York, 1965.

- * Federal Aviation Administration.
RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS FOR AIRPORT DESIGN, Advisory
Circular AC150/5325-4.
FAA. Washington, D.C., 1977.

- * International Civil Aviation Organization.
THE EFFECT OF VARIABLE RUNWAY SLOPES ON TAKEOFF RUNWAY
LENGTH FOR TRANSPORT AEROPLANES, Circular 91-AN/75.
ICAO. Montreal, 1970.
- * Robart, C.V., Dixon Speas, R. & Associates.
ENVIROMENTAL CONSIDERATIONS IN AIRPORT PLANNINGS.
Manhasset. Nueva York.
- * Air Transportation Association of America.
RUNWAY CAPACITY CRITERIA FOR AIRPORT PLANNING PURPOSES, 5th
Edition.
ATAA. Washington. D.C.
- * Federal Aviation Agency.
AIRPORT TERMINAL BUILDINGS.
Federal Aviation Agency. 1960.
- * Federal Aviation Administration.
PLANNING AND DESIGN CONSIDERATIONS FOR AIRPORT TERMINAL
BUILDING DEVELOPMENT, Advisory Circular AC 150/5360-7.
FAA. Washington, D.C., 1976.
- * Organización de Aviación Civil Internacional.
MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS, PARTE B. SERVICIOS
OPERACIONALES DE AEROPUERTO.
OACI. México, 1983.
- * Organización de Aviación Civil Internacional.
MANUAL DE PLANIFICACION DE AEROPUERTOS, PARTE 1,
PLANIFICACION GENERAL.
OACI. México, 1987.
- * Organización de Aviación Civil Internacional.
MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS, PARTE 9, METODOS DE
MANTENIMIENTO DE AEROPUERTOS.
OACI. México, 1984.
- * Apuntes tomados en la clase de Sistemas Aeroportuarios.
Profesor: Ing. Federico Dovali Ramos.
UNAM. Facultad de Ingeniería. México, 1990.