

16162
891



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN AEROPUERTO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JOSE JESUS ZUÑIGA RAZO

DIRECTOR DE TESIS,

!Ing. Federico Dovali Ramos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

I N D I C E

	PAG.
PROLOGO	1

TEMA I

DETERMINACION Y ANALISIS DE LOS SISTEMAS QUE INTEGRAN UN AEROPUERTO.

1.- SISTEMA AEREO.	4
2.- SISTEMA AERONAUTICO TERRESTRE.	7
3.- LA LIGA CON LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.	14
4.- SISTEMA TERRESTRE.	15
5.- SISTEMA COMPLEMENTARIO.	16

TEMA II

FACTORES QUE DEFINEN EL PROYECTO

1.- PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO.	18
2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROYECTO.	23
3.- PROYECTO EJECUTIVO.	30
4.- TIPO, CATEGORIA Y CLASIFICACION DE AEROPUERTOS.	32

TEMA III

ESPECIALIDADES QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE AEROPUERTOS

1.- EL PROFESIONISTA EN LA INFRAESTRUCTURA AEROPOR- TUARIA.	34
2.- ASPECTOS IMPORTANTES EN LA TOMA DE DECISIONES.	36

PAG.

3.- ESPECIALIDADES QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE AEROPUERTOS.	37
4.- OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL AEROPUERTO.	40

TEMA IV

INTEGRACION DE LOS PROGRAMAS DE EJECUCION

1.- CONTROL DE CALIDAD.	44
2.- PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y RUTA CRITICA.	45
3.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN AEROPUERTO.	49
4.- CONSTRUCCION DE EDIFICIOS.	55
5.- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.	71
6.- PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO.	75
7.- PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO.	82
8.- PAVIMENTO MIXTO O COMBINADO.	88
9.- PAVIMENTO DE CONCRETO PREESFORZADO.	88
10.- DRENAJE DEL AEROPUERTO.	88
11.- DRENAJE PLUVIAL.	89
12.- CONSTRUCCION DEL SUBDRENAJE.	94
13.- DRENAJE SANITARIO E INDUSTRIAL.	95

TEMA V

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA.	99
--------------------	----

P R O L O G O

Por naturaleza, el hombre siempre ha tenido la necesidad de trasladarse de un lugar a otro y eso lo movió sobre la superficie de la tierra, utilizó en un principio el agua de los ríos y más recientemente el aire.

En el desarrollo de la transportación, mientras unos hombres conquistaban la tierra y el agua, otros trataban de hacer lo mismo con el aire.

La conquista del aire se inició apenas hace dos siglos - y a la fecha ha tenido un acelerado avance. Este avance es un milagro de la ciencia moderna, pues en un período de ocho décadas se ha adelantado desde vacilantes vuelos de hombres intrépidos tripulantes de aeroplanos a vuelos hasta de 20,000 kilómetros sin reabastecimiento de combustible.

En cuanto a velocidad, se ha pasado de 45 kms/hr., a - - 1,000 km/hr., en aviones comerciales y se ha alcanzado más de 6,400 km/hr., en pruebas experimentales, lo que corresponde a 6 veces la velocidad del sonido.

Algunas aplicaciones prácticas del transporte aéreo son: el movimiento de pasajeros, correo y carga, fumigación contra plagas del campo, confección de mapas, defensa y seguridad nacional, etc.

Para la operación del transporte aéreo se requiere de un

lugar destinado para la salida y llegada de aviones, este sitio puede ser tierra o agua y se le define aeródromo; cuando se le prepara con obras e instalaciones adecuadas, para dar atención al público se le denomina aeropuerto.

T E M A I
DETERMINACION Y ANALISIS DE LOS SISTEMAS
QUE INTEGRAN UN AEROPUERTO

SISTEMAS QUE INTEGRAN UN AEROPUERTO.

El aeropuerto es un conjunto de sistemas y como tal, es necesario definir en forma muy breve lo que se puede entender como sistema, subsistema y componentes de un sistema.

Conforme a la acepción usual en ingeniería, un sistema se visualiza como un todo constituido de partes interrelacionadas, siendo estas subdivisiones principales lo que suele llamarse subsistema.

La característica principal de los subsistemas es la estrecha coordinación que existe entre ellos, es mucha la información que entre ellos se transmiten y su funcionamiento es interdependiente; en muchas ocasiones el producto de un subsistema constituye el insumo del otro.

El aeropuerto, es el sitio en el cual se proporciona servicio para la operación segura y eficiente de las aeronaves y es ahí donde se efectúa, el intercambio de pasajeros y carga, entre dos medios de transporte: el terrestre y el aéreo.

El aeropuerto está constituido por un conjunto de sistemas que nos permiten obtener los servicios demandados.

- I) EL SISTEMA AEREO: Integrado por los espacios aéreos, las facilidades de navegación y la interrelación con otros aeropuertos.
- II) EL SISTEMA AERONAUTICO TERRESTRE: Formado por las pistas, calles de rodaje, plataformas, equipos electrónicos de aterrizaje y sus ayudas visuales.
- III) LA LIGA CON LOS MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE: Representada por la zona del edificio terminal incluyendo la torre de control y los edificios para oficinas y servicios.
- IV) EL SISTEMA TERRESTRE: Formado por las vías de acceso, zonas de carga y descarga de pasajeros, así como el estacionamiento de vehículos.
- V) EL SISTEMA COMPLEMENTARIO: Representado por los suministros de energía eléctrica y agua, así como los destinados a la alimentación y distribución de combustibles.

ANALISIS Y DETERMINACION DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS.

I.- SISTEMA AEREO

ESPACIO AEREO.

El espacio aéreo comprende las zonas libres de obstáculos, donde el avión puede realizar todas sus operaciones aeronáuticas o vuelos, como son el acto de despegue, el aterrizaje y las maniobras en el aire, en las inmediaciones del aeropuerto.

El espacio aéreo cuenta con superficies limitadoras de - obstáculos que permiten a las aeronaves realizar operaciones - adecuadas y seguras, mismas que se representan por superficies que parten de la pista con cierta pendiente, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- A) Superficie de ascenso en el despegue.
- B) Superficie de aproximación.
- C) Superficie de aterrizaje interrumpido o de aproximación fallida.
- D) Superficie horizontal interna.
- E) Superficie cónica.
- F) Superficie de transición.
- G) Superficie de transición interna.
- H) Superficie horizontal externa.

El tamaño del espacio aéreo, depende del número de pistas, de las condiciones metereológicas prevalecientes en la región, del tipo de aviones que harán uso del aeropuerto y de la cercanía con otros aeropuertos.

II.- SISTEMA AERONAUTICO TERRESTRE

PISTAS.

La pista es una área de forma rectangular, libre de obstáculos y conformada a ambos lados, para que las aeronaves - - efectúen a lo largo de ella los recorridos de aterrizaje y despegue en forma rápida y segura.

Los aeropuertos pueden contar con dos tipos de pistas:

- A) La pista de vuelos por instrumentos, destinada a los vuelos de aeronaves que utilizan ayudas no visuales.
- B) La pista destinada a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos visuales para su aproximación.

Para determinar la orientación, el emplazamiento y el número de pistas, deben tomarse en consideración numerosos factores, algunos de los cuales son:

- A) El coeficiente de utilización, determinado por la distribución de los vientos.
- B) La topografía del sitio donde se va a emplazar el aeropuerto y sus áreas aledañas, tomándose en cuenta especialmente obstáculos, construcciones, ruidos y condiciones climatológicas.
- C) El tránsito aéreo en la vecindad del aeropuerto, su cerca--

nia con otros aeropuertos, la intensidad del tránsito aereo, los procedimientos de control y la aproximación fallida.

D) Con el tipo y número de naves por atender se puede definir la longitud y número de pistas en cada dirección.

Para determinar la longitud de la pista requerida, se utilizan gráficas que los fabricantes de aviones han elaborado para cada tipo de avión. Para utilizar estos nomogramas se requiere conocer los siguientes factores de influencia.

- Temperatura de referencia del sitio donde se va a ubicar la pista.
- Altitud de la pista sobre el nivel del mar.
- Peso del avión en el despegue.
- Velocidad del viento.
- Pendiente de la pista.

Con el número de pistas definido y con la longitud de cada una de ellas se elige la configuración más adecuada para cubrir las necesidades propias del aeropuerto; a continuación mencionaré algunas de las configuraciones más comunes:

Pista Simple.- Su capacidad es la menor de todas las que se mencionan por ser una sola pista.

Pista Convergente o Divergente.- Su capacidad se reduce cuando la trayectoria de vuelos converge y se incrementa cuando la trayectoria diverge, su capacidad es mayor que la de la

pista simple.

Pista Cruzada.- Su capacidad se ve reducida debido a su trazó, ya que no permite operaciones independientes en cada una de las pistas, está restringida también por el ángulo con el que se cortan y la distancia del cruce entre pistas a los umbrales y cabeceras.

Pistas Paralelas.- Su capacidad depende en gran parte de la distancia que las separa.

La capacidad teórica de una pista, está determinada por su coeficiente de utilización, pero existen factores que reducen esta capacidad, como son: las condiciones metereológicas, el control del tránsito aéreo, la experiencia de controladores, el estado superficial de la pista, la configuración de las pistas y sus calles de rodaje, así como los tipos de avión que harán uso de ellas.

CALLES DE RODAJE.

Las calles de rodaje son el enlace entre pistas y la plataforma; si la intensidad de tránsito en las pistas se incrementa, se le puede dar mayor capacidad de uso construyendo calles de rodaje de alta velocidad.

Cuando el extremo de la pista no cuenta con una calle de rodaje, se proporciona en las cabeceras zonas más amplias para permitir a las aeronaves su retorno a la plataforma o para des

pegar; algunas pistas cuentan con ampliaciones a lo largo de ellas, con lo cual se reduce el tiempo y la distancia de rodaje de las aeronaves.

El número de calles de rodaje de salida, se define con el tipo y número de aeronaves que maniobran durante el periodo de máxima actividad o tiempo pico.

A continuación se dan algunas recomendaciones que permiten dar la mayor seguridad y capacidad de uso a las calles de rodaje, entre otras tenemos:

- Evitar el uso de radio de giros cortos o forzados.
- Buscar que no crucen las pistas y sean lo más directas posibles.
- Reducir el tiempo de ocupación de la pista por medio de calles de rodaje de salida localizándolas en puntos estratégicos y a lo largo de la misma.
- Mantener la distancia mínima de separación entre calles de rodaje marcada por las normas de construcción.
- Cumplir con las pendientes y velocidades especificadas en el proyecto.

Además de las calles de rodaje, el aeropuerto puede contar también con apartaderos de espera que son superficies destinadas para detener un aeronave mientras otras pueden adelan-

tarse, facilitando el movimiento y las maniobras de circulación en tierra.

PLATAFORMAS.

Las plataformas son áreas destinadas a las aeronaves para el embarque y desembarque de pasajeros, carga y correo; ahí también las aeronaves se proveen de combustibles y se les verifica e inspecciona de manera general sin obstaculizar el tránsito.

Como en las plataformas se desarrolla una intensa actividad de pasajeros y aeronaves es importante que cuente con suficiente capacidad para permitir el movimiento rápido, en los períodos de máxima actividad.

El aeropuerto puede contar con una o varias plataformas de las que se mencionan a continuación:

Plataforma de operaciones.- Es el área destinada para la operación de aviones comerciales.

Plataforma de aviación general.- Es utilizada sólo para la operación de aviones particulares.

Plataforma de pernocta.- Se ocupa como estacionamiento de paso para aviones comerciales o particulares.

Plataforma de conservación de aeronaves.- Este sitio está destinado para dar mantenimiento y servicio general a los

aviones.

Para diferenciar a las plataformas entre sí, por la forma de estacionar las aeronaves respecto al edificio terminal, se les conoce con los siguientes nombres:

- De plataforma abierta.
- De plataforma satélite con andenes o dedos.

Para determinar las dimensiones de una plataforma se con-
jugan varios factores, entre los cuales se pueden mencionar --
los siguientes:

- 1.- El tamaño, tipo y número de aeronaves por atender simultáneamente en los periodos de máxima actividad.
- 2.- La separación mínima entre los aviones.
- 3.- La separación mínima entre las aeronaves y los edificios -- más próximos.

EQUIPOS ELECTRONICOS DE ATERRIZAJE Y AYUDAS VISUALES.

Las ayudas visuales y los equipos electrónicos, ubicados en el interior y en las zonas colindantes del aeropuerto, así como los que se encuentran integrados en los aviones como parte del equipo de vuelo, permiten la localización segura del mismo; facilitan las maniobras de aterrizaje y despegue y dan mayor precisión y seguridad, aún cuando las condiciones meteorológicas sean adversas.

Las ayudas visuales pueden ser luminosas o no. Entre las luminosas tenemos:

Faro de identificación, iluminación de aproximación, luces guía para el vuelo sin circuito, sistema visual indicador de pendientes, el proyector de techos, el equipo luminoso auxiliar para la torre de control, la iluminación de pistas, de calles de rodaje, de plataformas, etc.

De las ayudas visuales no luminosas se mencionan las siguientes:

Paneles de señales terrestres, señales designadoras de pistas, señales de placa, señales de orientación, etc.

Existen otro tipo de señales que pueden ser luminosas o no, entre otras tenemos:

El indicador de la dirección del viento, el indicador de la dirección de aterrizaje, etc.

El aeropuerto cuenta además con equipos electrónicos que operan y facilitan su localización aún cuando las condiciones climatológicas sean muy severas en el sitio donde se emplaza éste, así se tienen:

El radio faro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR), el sistema de instrumentación para los aterrizajes (ILS) el equipo de radio telemétrico de ultra frecuencia (DME), etc.

III.- LA LIGA CON LOS MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE

EDIFICIO TERMINAL.

El edificio terminal es la liga física entre dos medios de transporte, el terrestre y el aéreo. Es ahí donde se lleva a cabo la recepción y control de pasajeros o carga.

Cuando la recepción y control de pasajeros o carga se da en uno o más edificios pero sin duplicidad en el servicio comúnmente se le da el nombre de edificio terminal centralizado y cuando el control se realiza en dos o más edificios presentándose duplicidad en los servicios, se le denomina edificio terminal descentralizado.

El edificio terminal cuenta generalmente con dos grandes zonas, una destinada para alojar oficinas, despachos de compañías de aviación, salas de espera, ambulatorio público, aduana, policía, dirección de aeropuerto, servicios de telecomunicaciones, reclamo de equipaje y control de pasajeros, etc., y otra destinada a servicios complementarios como son: restaurantes, oficinas administrativas, servicio médico, teléfono, comercios, etc.

TORRE DE CONTROL.

En la torre de control se regula y controla el tránsito aéreo, tanto en el interior como en la zona que rodea al aeropuerto. La torre contiene equipos de radiocomunicación, que le

permiten controlar la circulación de aviones, al desplazarse de un punto a otro como los que se encuentran en vuelo en sus inmediaciones o en su zona de influencia.

IV.- SISTEMA TERRESTRE

CAMINO DE ACCESO.

El sistema de caminos de acceso proporciona la conexión entre el área terminal y las mejores rutas a la población, una buena localización permite obtener las mayores ventajas de autopistas u otras carreteras existentes para hacer expédito el transporte terrestre al aeropuerto.

Dentro del aeropuerto, se tienen los caminos de intercomunicación que permiten el desplazamiento en el interior del mismo, uniendo así las instalaciones separadas del núcleo principal.

AREAS DE ESTACIONAMIENTO.

Los estacionamientos pueden diseñarse a un solo nivel o con estructuras de estacionamiento en varios niveles unidos al edificio terminal con el objeto de minimizar las distancias por caminar.

El estacionamiento se proyecta con suficiente capacidad para alojar los vehículos de pasajeros, ejecutivos, empleados y espectadores. En terminales muy activas, se cuenta con áreas

de estacionamiento temporal para taxis, autobuses o camiones - que efectúan suministros diversos.

V.- SISTEMA COMPLEMENTARIO

ZONA DE COMBUSTIBLES.

Se localiza en el interior del aeropuerto y está provista de instalaciones que permiten almacenar, distribuir y suministrar de combustible a las aeronaves.

La dimensión de sus instalaciones depende del número y - tipo de aviones que operarán en el aeropuerto, ya que con este dato se puede definir la capacidad de los tanques de almacenamiento y los tipos de combustible por almacenar.

Cuando el combustible requiere de reposo incrementa la - cantidad de tanques de almacenamiento, lo que deberá preverse, así como destinar otras áreas para expansiones futuras.

Generalmente el combustible es suministrado al aeropuerto_ por medio de pipas desde las fuentes locales, o a través de un oleoducto desde las refinerías, o por medio de ferrocarril o - barco. También puede ser una combinación de los medios anteriores.

Por la cantidad de combustible que se almacena y distribuye en esta zona es conveniente contar con equipo de seguridad para suprimir las explosiones y prevenir incendios.

El sistema de fosas y pipas se emplea para suministrar combustibles de baja capacidad. La alimentación de combustible de alta capacidad se logra por medio de hidratantes y camiones con mangueras.

T E M A . II

FACTORES QUE DEFINEN EL PROYECTO

PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO.

El crecimiento del sistema de transporte aéreo, obliga a planificar los aeropuertos con mucho cuidado para que puedan proporcionar servicio durante un período de tiempo razonable, ésto, sólo se logra cuando se planifican todas las actividades que dan como resultado el plan maestro del aeropuerto.

El plan maestro de un aeropuerto muestra el desarrollo completo y sus diferentes etapas constructivas; conjunta además los aspectos de mayor relevancia, como la estimación de costos y el plan financiero.

El plan maestro se reevalúa en forma periódica, para que conserve su validez. Desde su concepción se prevee un proyecto flexible, que permita ampliaciones parciales de cada uno de los elementos, lograndose así, crecimiento integral conforme lo vaya exigiendo la demanda aeroportuaria.

Para su integración, es necesario conocer los tipos de aviones que operarán en el aeropuerto, no tan sólo en los primeros años, sino también en un horizonte de planeación tan amplio como lo permita el conocimiento del avance tecnológico de la aviación.

Esta información, que constituye parte de los llamados -

datos básicos, determina forma y dimensiones de pistas, calles de rodaje y plataformas, así como el tipo de ayuda a la navegación que deban instalarse, las capacidades estructurales de los pavimentos y otros elementos importantes del propio aeropuerto.

Se requiere conocer también el movimiento actual, en caso de que la zona cuente ya con un aeropuerto o bien efectuar estudios de mercado que permitan obtener una medida de la demanda que se presentaría si se construyera el aeropuerto.

Si la zona cuenta ya con un aeropuerto, la demanda se puede obtener mediante una recopilación estadística y la realización de aforos; con ello se detectan movimientos diarios y horarios, promedios máximos frecuentes, promedios absolutos; así como el número de visitantes que llegan al aeropuerto por cada pasajero, el factor de ocupación en los aviones, el número de maletas por pasajero, el número de pasajeros y proveedores, el número de empleados de las compañías aéreas, etc.

Los métodos generales para elaborar pronósticos difieren cuando se trata de una ampliación, del cambio de sitio de un aeropuerto existente con cierto desarrollo; o también cuando la ejecución de las obras se hacen en un lugar en el cual nunca han existido instalaciones aeroportuarias y se vaya a cambiar radicalmente las condiciones económicas y sociológicas de la región.

La precisión de los pronósticos, varían de acuerdo con la finalidad a la que responden y pueden ser o no satisfactorias, aunque enfoquen la cuestión de manera muy general, por ejemplo:

Al pronosticar los movimientos del tránsito de aviones, cuando se quiere ampliar el número de pistas, el grado de precisión necesario no es alto y se relaciona con la capacidad ofrecida por cada pista adicional, por lo tanto; es necesario establecer la tendencia de crecimiento a intervalos aproximadamente iguales al tiempo exigido para proyectar y construir las pistas. En cambio es conveniente lograr un grado de mayor precisión, cuando se pronostiquen los movimientos de pasajeros en horas críticas; porque la unidad de capacidad para proyectar y ampliar los edificios de pasajeros, son mayores que las unidades de capacidad resultantes de la adición de pistas, situación similar se presenta al determinar las necesidades de plataformas, ya que por lo general es posible ampliar la superficie de ellas.

Cada uno de los elementos obtenidos en el pronóstico tiene su aplicación para definir la capacidad de las instalaciones aeroportuarias, por ejemplo: el número de pasajeros anual, su máximo por hora, el número de empleados, el número y tipo de aviones que se atenderán, nos define la capacidad del edificio terminal y el estacionamiento para automóviles.

El número y tipo de aviones que aterrizan y despegan al año, su máximo por hora y los estacionados simultáneamente en plataformas, nos definen el número de pistas, el número de calles de rodaje, las dimensiones de las plataformas y la capacidad de almacenamiento y distribución de combustibles.

El plan maestro no se circunscribe únicamente a la evolución del aeropuerto como un sistema aislado, sino que toma en cuenta los efectos del desarrollo regional, considerando que una obra aeroportuaria lo propicia, al constituirse en un polo generador de importantes actividades económicas.

Por lo tanto, es de vital importancia conocer los programas del desarrollo que existen para la zona, a fin de integrar a ellos el aeropuerto.

Deben evaluarse los problemas de contaminación ambiental que provocan los aviones, principalmente el ocasionado por el ruido, para ello se determinan sus niveles y se indican usos del suelo, conforme a su proximidad al aeropuerto y su ubicación respecto a las rutas seguidas por los aviones en los despegues y aterrizajes.

La influencia del aeropuerto, se extiende también a lo largo de los accesos con carreteras de especificaciones adecuadas al volumen del tránsito, para que en un momento dado puede consistir en sistemas de transporte masivo como el metro, aerotren o ferrocarril.

Dentro del plan maestro se contemplan diferentes horizontales de planeación, entre otros tenemos:

- Número, orientación y dimensiones de pistas.
- Número, ubicación y tipo de calles de rodaje.
- Amplitud a las dimensiones de las plataformas para estacionamiento de aviones.
- Capacidad tipo y ubicación de cada uno de los elementos de la zona terminal, tales como:
 - * El edificio para el manejo de pasajeros en vuelos comerciales.
 - * El edificio para aviación general.
 - * La torre de control.
 - * Despacho y control de vuelos.
 - * La sub-estación general y el sistema de luces de emergencia en todo el aeropuerto.
 - * El equipo hidroneumático.
 - * El edificio para el cuerpo de rescate y extinción de incendio.
 - * El edificio para carga.

- * Los hangares y talleres para mantenimiento y reparación de aviones, etc.
- * Ubicación y capacidad de la zona para almacenamiento y características del sistema de suministro a los aviones.
- * Características de las ayudas visuales.
- * Características de las ayudas electrónicas.

Todos y cada uno de los elementos del aeropuerto, deben estudiarse cuidadosamente para elaborar el plan maestro del aeropuerto, mismo que contempla además, la integración de ellos como un todo, que permita un crecimiento armónico.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROYECTO.

En la planificación, localización, construcción y operación de un aeropuerto, se toman en consideración varios factores, algunos primordiales y otros secundarios.

Entre los factores primordiales, podemos enumerar los constructivos, financieros, sociales, operacionales, de seguridad, de tipo comercial, etc., analizando cada uno de estos factores, podemos conocer su influencia al ejecutar el proyecto.

FACTORES CONSTRUCTIVOS.

A) Estudio de reconocimiento y topográficos.

Para iniciar los estudios, se efectúan vuelos de recono-

cimiento preliminares al sitio o sitios seleccionados; en estos vuelos, se utiliza la fotogrametría para elaborar un plano a escala de toda el área, con curvas de nivel variable.

Con el plano general elaborado, se definen límites, núcleos urbanos, zonas ejidales o los sitios más viables para ubicar el aeropuerto, posteriormente se verifican y se estudian cada uno de estos sitios probables, eligiendo el que proporcione las mayores ventajas.

Seleccionada el área del aeropuerto, sus accesos, su espacio aéreo y sus áreas vecinales, se procede a ubicar las pistas, la plataforma, las calles de rodaje, las zonas de servicios, el edificio terminal, etc., todo de acuerdo al plan maestro.

Con el sitio de construcción aprobado, se efectúa un levantamiento topográfico directo de planimetría y altimetría, esto es para conocer su configuración topográfica que nos servirá para elaborar los planos detallados de cada uno de los sistemas componentes del aeropuerto.

B) ESTUDIOS METEOROLOGICOS.

Las características atmosféricas, que definen el clima de un lugar son numerosas, pero las que podemos considerar como las principales son: la temperatura, la presión, la humedad del aire, el régimen de los vientos, la cantidad y distribución de las lluvias y la evaporación.

En los sitios escogidos para ubicar el aeropuerto, se --
instalan estaciones con cinco años de anticipación lo cual nos
servirá para medir el comportamiento de los fenómenos meteo-
rológicos del sitio; con esta información, se podrán definir -
los parámetros del proyecto y su configuración geométrica, lo_
anterior se complementa con los estudios estadísticos y de pro
nósticos, mismos que nos determinarán las necesidades de los -
diferentes elementos del aeropuerto.

Respecto a los vientos, su estudio y estimación debe ser
cuidadoso y exacto, ya que ésto nos permitirá elaborar la rosa
de los vientos; ésta, es una gráfica con círculos concéntricos
en los que se indica el porcentaje, la velocidad e intensidad_
de los vientos dominantes, ya sean cruzados o directos; las --
gráficas o rosa de los vientos nos sirven para definir las - -
orientaciones de las pistas del aeropuerto.

Es de vital importancia en la operación de aeropuertos, -
contar con suficiente visibilidad tanto en la zona del aero- -
puerto como en las zonas inmediatas a él; por lo que se busca-
rá un sitio donde los mínimos meteorológicos sean escasos o -
nulos.

La lluvia y la temperatura, también son condiciones me--
teorológicas que causan serios trastornos e influyen considera_
blemente tanto en la construcción como en la operación del - -
aeropuerto.

C) ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Las características hidrológicas de una región, son determinadas por su estructura geológica, por su superficie topográfica y por su clima dominante.

Las características topográficas, nos va a definir su relieve general, el tipo de suelo, la formación de las rocas y las fallas geológicas.

Con las características atmosféricas y topográficas obtenidas, se puede delimitar los parteaguas de las cuencas tributarias y de las cuencas adyacentes al sitio en estudio, los escurremientos y las características fisiográficas de las mismas, como son su área de drenaje, sus pendientes, su elevación, las características del cauce principal, la red de corrientes y las zonas factibles de inundación, asimismo se obtendrán las características físicas del suelo, su uso, el tipo de suelo, su permeabilidad, su capacidad de almacenamiento superficial, etc.

Con las cuencas definidas, se podrán hacer balances hidrológicos, estimar probabilidades de ocurrencia de avenidas o intervenir localmente en el ciclo hidrológico.

D) BANCOS DE MATERIALES.

Los bancos de materiales, son explotaciones de las masas geológicas o yacimientos en donde, se extraen los materiales -

pétreos que utilizan en la construcción.

Para la localización de los bancos de materiales, son de gran ayuda los mapas, las fotografías aéreas y el reconocimiento de campo.

Previamente a la explotación de un banco, se ejecutan sondeos profundos con maquinaria o se excavan pozos a cielo abierto, cuando los sondeos son superficiales, a la par, se practica también un análisis de laboratorio de mecánica de suelos, para conocer las propiedades del material, su capacidad y el volumen disponible así como el tratamiento que se dará a los yacimientos.

Cuando los yacimientos se encuentran cercanos a la superficie, su explotación se realiza a cielo abierto, cuando se localizan profundos, su explotación es subterránea. La explotación a cielo abierto, es el procedimiento más común para la extracción de los materiales usados en la construcción.

FACTORES ECONOMICOS FINANCIEROS.

Los estudios económicos evalúan diversos factores para evitar que afecten al aeropuerto, durante su construcción y en su futura operación, algunos de estos son:

- El costo del terreno para alojar al aeropuerto, tomando en consideración las futuras ampliaciones y el desarrollo de sus inmediaciones.

- Costo de desplazamiento del usuario.
- Costo de cambio de régimen en el uso del suelo.
- Los pagos por afectaciones a particulares y los derechos de vías.
- Los cambios en las tasas de intereses por fluctuaciones de la moneda, en el mercado nacional e internacional.
- La fluctuación de precios a futuro, de los materiales y mano de obra.
- El proceso inflacionario y su repercusión antes, durante y después de la construcción.

Los estudios financieros nos determinarán el plan financiero y la obtención de medios crediticios para desarrollar el proyecto, la construcción, la operación, y el mantenimiento, así como la recuperación financiera para el pago de créditos, evaluándose también los ingresos y los egresos que se tendrán al futuro.

Durante los estudios económicos y financieros, se recopilan datos de ingresos per cápita y su origen, el desarrollo demográfico dentro del área de influencia y las ciudades afines a la comunidad en estudio, para llevar a efecto niveles comparativos entre ellas.

Los medios de que se dispone para obtener créditos e in-

grosos financieros para la construcción de un aeropuerto son:

- De fuentes particulares como el banco mundial, empresas comerciales, líneas aéreas y empresas particulares.
- De fuentes gubernamentales como los bancos nacionales, instituciones nacionales de crédito, programas de apoyo con recursos federales y estatales, etc.

FACTORES SOCIALES DEMOGRAFICOS Y DE SEGURIDAD.

Los estudios sociales y demográficos, están muy asociados a los estudios anteriores y si no se toman en consideración, puede afectar la operación del aeropuerto.

Dos factores demográficos de suma importancia son: la migración regional a las ciudades o polos de desarrollo y el desarrollo de la estructura en las ciudades, estos factores deben tomarse en cuenta, cuando el aeropuerto se encuentra localizado dentro o cerca de una ciudad.

Otros factores que merecen una especial atención, son los factores de seguridad, los cuales deben encauzarse debidamente, para evitar interferencias o accidentes aéreos, que pongan en peligro la integridad física de los usuarios y del aeropuerto.

Con los avances que se obtienen día tras día, en el área de la navegación aérea, los factores operacionales previenen el desarrollo que alcanzarán las redes de rutas de las compañías

aéreas, así como las aeronaves actuales y futuras que podrán - hacer uso del aeropuerto, en los periodos de máxima actividad.

PROYECTO EJECUTIVO.

Con el plan maestro del aeropuerto, elaborado, se define el proyecto ejecutivo, se materializan estudios y se elaboran_ los planos constructivos para ejecutar la obra.

El proyecto ejecutivo lo componen proyectos particulares, los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Proyecto aeronáutico.
- Proyecto geométrico.
- Proyecto de obra civil.
- Proyecto arquitectónico.
- Proyecto electromecánico.

PROYECTO AERONAUTICO.

Este proyecto se define en base a los estudios metereoló_ gicos, de anemometría, topográfico, pluviométrico, de espacios aéreos, de seguridad, de servicios, etc.

Asimismo se determinan los tipos de ayuda, señalización_ visual y electrónica, con la que deberá contar el aeropuerto.

PROYECTO GEOMETRICO.

En el proyecto geométrico se desarrollan los planos a -- detalle, plantas geométricas de pistas, calles de rodaje, pla- taformas, estacionamiento, caminos de acceso, etc.

PROYECTO DE OBRA CIVIL.

Los datos que mayor influyen en la economía y calidad de la obra, son los que se obtienen de los estudios de mecánica de suelos, geotécnica, y localización de bancos materiales.

El costo y la calidad de las obras está en función directa de la obtención de los materiales que se emplearán en la obra y de una buena supervisión.

El proyecto de obra civil, consta de cálculos y planos estructurales de edificaciones, terracerías, pavimentos, drenajes, etc.

PROYECTO ARQUITECTONICO.

El proyecto arquitectónico consiste en la elaboración de los planos apegados a las condiciones prevalecientes en el lugar de la obra (climatológicos, de estética, vientos dominantes, etc.) y consta de fachadas, cortes, plantas arquitectónicas, instalaciones, perfiles, etc.

El proyecto arquitectónico comprende la distribución general, la ubicación de plataforma, pistas, calles de rodaje, edificios, estacionamiento, etc.

PROYECTO ELECTROMECHANICO.

Este proyecto comprende la definición y el diseño de:

- La zona de combustible y su red de abastecimiento.

- Las instalaciones eléctricas, mecánicas, de aire acondicionado, de intercomunicación y sonido, así como el equipo necesario para el funcionamiento de estos sistemas.
- Redes hidráulicas y sanitarias, equipos hidroneumáticos, subestaciones y plantas de emergencia.

Al unificar los proyectos da como resultado el proyecto ejecutivo que nos servirá de base para construir la obra.

TIPO, CATEGORIA Y CLASIFICACION DE AEROPUERTOS.

Los aeropuertos se pueden clasificar de acuerdo a su radio de acción económica, al tránsito probable, al tipo de aeronaves que lo utilizan o al servicio que prestan.

Para una identificación rápida del tamaño, la función y servicio de un aeropuerto se utilizan claves, letras o palabras descriptivas.

La organización de aviación civil internacional, (OACI), utiliza claves de referencia para indicar las características de los aeródromos, pero esta clave no indica longitud de pista ni resistencia de los pavimentos; más bien está compuesta de dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones del avión, el primer elemento que es un número, indica la longitud del campo de referencia del avión y el segundo elemento, que es una letra está basado en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

T E M A III

ESPECIALIDADES QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE
AEROPUERTOS

ANTECEDENTES.

Desde eras lejanas, el hombre buscó el aprovechamiento de los recursos de que disponía, de tal forma pudo aprovechar el suelo con la invención del arado, la energía del aire con el molino de viento y la energía latente de los combustibles con el trabajo mecánico. Fué también en esa época cuando empiezan a surgir las especializaciones en el trabajo, ya que era virtualmente imposible que un sólo individuo fuera competente para ejecutar él solo todos los trabajos.

Con la especialización del trabajo aparecen las primeras invenciones y surge también la ingeniería, actividad que ha estado presente en el entorno del ser humano. Así el ingenio del hombre lo encontramos cuando se ve obligado a moverse sobre la faz de la tierra con sus bienes y con su familia, buscó para ello diferentes medios de transporte, acuáticos, terrestres, aéreos, etc.

La navegación fluvial es sin duda el más antiguo de los medios de transporte masivo y el principal medio de comunicación entre aquellos pueblos; durante varios años se le consideró como el transporte más económico. Al inicio de la revolución industrial, el transporte terrestre se desarrolla para --

competir con el transporte fluvial, y es hasta este siglo, después de la primera guerra mundial, que el transporte aéreo crece aceleradamente para competir con los otros medios de transporte, llegando a ocupar en nuestros días un lugar preponderante en los países desarrollados, donde se le ha considerado como un índice de la capacidad económica y comercial.

El crecimiento del transporte aéreo en un lapso relativamente corto ha obligado la capacitación de profesionistas para convertirlos en especialistas en la materia, con amplios conocimientos para dar solución a los problemas que se presentan día a día en la infraestructura aeroportuaria.

Por sus miles de componentes que la forman, la infraestructura de este medio de transporte requiere de profesionistas y especialistas con amplia experiencia y suficiente preparación para trabajar en conjunto y lograr los objetivos planeados.

Los aeropuertos son sólo una parte de la infraestructura básica de este medio de transportación masiva; mantienen una relación directa con los diferentes tipos de aviones que van a recibir, y al modificarse estos o al aparecer otros nuevos, se ven afectados en su operación, obligando su desarrollo o su actualización.

EL PROFESIONISTA EN LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA.

El personal que se desenvuelve en este campo de acción,-

debe aspirar en convertirse en un especialista y para lograrlo requiere de una visión integral muy amplia y un gran sentido de responsabilidad. Es importante también que sea competente para dirigir acciones multidisciplinarias, que sólo la práctica, la experiencia y el continuo enfrentamiento con los problemas de la vida profesional pueden desarrollar.

La preparación y la capacitación no se adquieren en las escuelas solamente, también se va formando con la vida diaria, en la práctica, en el quehacer cotidiano; por eso es necesario que el profesionista desde su etapa de entrenamiento, tome participación activa en la toma de decisiones de todas las fases, cuando se desarrolla un proyecto, colaborando estrechamente al lado de los profesionistas más experimentados.

Como el avance tecnológico es cada día más dinámico, los especialistas y profesionistas que se desarrollan en esta área requieren de una capacitación permanente y de una actualización constante ya que a diario aparecen nuevas tecnologías, nuevas técnicas de planeación y sistemas, que dan mayores alternativas de solución para cubrir las necesidades y demandas que se requieren en este medio de transporte.

Existen otras cualidades que deben reunir los especialistas en esta rama, es importante que sepa administrar los recursos humanos y materiales que tiene a su disposición, que aspire a ser un buen organizador, un profesional que domine el arte de la toma de decisiones racionalizando la solución de los

problemas, de toda índole, a que habrá de enfrentarse a diario; finalmente, es necesario que aporte todo el arsenal de conocimientos al servicio del hombre y al desarrollo de su profesión.

ASPECTOS IMPORTANTES EN LA TOMA DE DECISIONES.

Durante el desarrollo de un proyecto, el profesionista combina sus conocimientos con personas de muy diversos niveles de preparación y con profesionistas de otras ramas. Todos ellos dirigidos y coordinados por un director general que verifica la participación de cada uno de los miembros que intervienen en la búsqueda de la solución más adecuada, ponderando cada una de las alternativas que se presentan y sus factores que las restringen.

Cuando se busca la solución óptima para un problema particular es importante considerar todos los factores y variables que pueden repercutir en la toma de decisiones, se valoran los beneficios y los problemas en corto y a largo plazo, los efectos sociales, económicos, históricos, políticos, culturales, técnicos, etc., así como la repercusión que tendrá en el medio ambiente, los efectos del ruido, la contaminación, etc.

La toma de decisiones presenta obligaciones muy serias ante la sociedad y antes de tomarlas se deben valorar a conciencia las diferentes alternativas de solución, procurando que al ejecutar los proyectos, los costos sociales sean mínimos.

Cuando la toma de decisiones se demora, los proyectos -- se encarecen elevando notoriamente los costos y si se procede a decidir por la primera opción, ésta, es muy poco probable sea la mejor desde todos los puntos de vista, además una decisión acelerada, aleja al profesionalista de su responsabilidad de encontrar una alternativa más favorable.

Por otra parte, los gobiernos han descubierto el atractivo de los aeropuertos para preparar programas y resolver compromisos políticos. Es lamentable ver que ante esta situación, se crean empresas que buscan sólo beneficios comerciales, favoreciendo proyectos y construyendo aeropuertos que están fuera de la realidad y necesidad de los usuarios.

ESPECIALIDADES QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE AEROPUERTOS.

En la actualidad es difícil encontrar un profesionalista capaz de atender él sólo los complejos problemas derivados en la construcción de un aeropuerto.

Esto significa que no es de exclusiva competencia para una sola persona, sino que para lograrlo se requiere de una labor conjunta de especialistas, con información cualitativa detallada y datos cuantitativos precisos.

La construcción de un aeropuerto necesita del esfuerzo de diferentes oficios, profesiones y especialidades, representadas por mucho personal que forma un equipo de construcción y

el éxito de este grupo de trabajo depende que cada uno de los miembros aporte su destreza y habilidad en un esfuerzo común,

Así, tenemos un departamento de proyectos que diseña, -- de un departamento técnico que calcula, un departamento de -- obras que ejecuta, un departamento de adquisiciones que suministra los materiales, mecánicos, operadores y personal de campo, que inteligentemente aplican sus conocimientos y oficios, -- en la construcción del proyecto y finalmente un equipo de supervisión y otro de control de calidad aseguran que la obra se construya de acuerdo a los planos y especificaciones.

Los estudios socioeconómicos permiten un cuidadoso análisis de las inversiones, sus efectos y su recuperación. La ingeniería de sistemas, por su parte, ofrece métodos para analizar las relaciones entre los niveles de actividad regional y los propios del tránsito generado, así como el impacto que trae consigo la construcción de la obra. Aplica también modelos probabilísticos del tránsito, análisis del flujo y determinación de rutas óptimas.

El estudio del mercado considera esencialmente el proceso productivo que significa la construcción, pues en ella existen insumos tales como materiales, energéticos, mano y obra y el empleo de los bienes de capital y por otra parte, el desarrollo de esta actividad constructiva se realiza dentro de restricciones técnicas, financieras, políticas y en general de disponibilidad de factores de producción. En estas condiciones

el éxito de este grupo de trabajo depende que cada uno de los miembros aporte su destreza y habilidad en un esfuerzo común,

Así, tenemos un departamento de proyectos que diseña, -- de un departamento técnico que calcula, un departamento de - - obras que ejecuta, un departamento de adquisiciones que suministra los materiales, mecánicos, operadores y personal de campo, que inteligentemente aplican sus conocimientos y oficios, - en la construcción del proyecto y finalmente un equipo de supervisión y otro de control de calidad aseguran que la obra se construya de acuerdo a los planos y especificaciones.

Los estudios socioeconómicos permiten un cuidadoso análisis de las inversiones, sus efectos y su recuperación. La ingeniería de sistemas, por su parte, ofrece métodos para analizar las relaciones entre los niveles de actividad regional y los propios del tránsito generado, así como el impacto que trae consigo la construcción de la obra. Aplica también modelos probabilísticos del tránsito, análisis del flujo y determinación de rutas óptimas.

El estudio del mercado considera esencialmente el proceso productivo que significa la construcción, pues en ella existen insumos tales como materiales, energéticos, mano y obra y el empleo de los bienes de capital y por otra parte, el desarrollo de esta actividad constructiva se realiza dentro de restricciones técnicas, financieras, políticas y en general de -- disponibilidad de factores de producción. En estas condiciones

la aplicación de la programación matemática a la formulación de acciones que conduzcan al beneficio máximo dentro de las restricciones que privan.

Los trabajos de campo se inician con la elección del sitio y lo realizan varios especialistas; el especialista en localización estudia las cartas geográficas para formarse una idea de las características más importantes de la región, posteriormente acompañado de otros especialistas, efectúa un reconocimiento aéreo para verificar el relieve topográfico, la hidrografía, el tamaño y tipo de cuencas, las corrientes fluviales, etc., por su parte, un especialista en geotécnia comprueba la clasificación general de rocas y suelos, la morfología del terreno, la existencia de fallas y problemas del suelo, etc. Asimismo, a su vez, un técnico en planeación obtiene datos sobre el número de habitantes, uso del suelo y de todos aquellos aspectos económicos necesarios para precisar su estudio económico.

Lo anterior, representa sólo una muestra de la participación de equipos multidisciplinarios de trabajo que se integran por profesionistas, especialistas, técnicos, personal administrativo y de campo.

La construcción de un aeropuerto, requiere además de lo anterior, la aplicación de técnicas adecuadas de programación, para que todas las actividades programadas se realicen en forma armónica y segura; tomando en consideración los factores --

que pueden afectar el avance de la obra, adecuando para ello, si es preciso, los procedimientos constructivos.

En la infraestructura aeroportuaria hay varios aspectos técnicos que requieren de una investigación continua por los cambios que se dan en los aviones, tanto en características como en dimensiones; esto obliga al análisis cuidadoso de las repercusiones sobre los aeropuertos que se mantienen en operación y los que se construyen.

Asimismo, se investigan por ejemplo: nuevas técnicas para aumentar la capacidad y eficiencia del sistema aeroportuario, se buscan nuevos equipos electrónicos, nuevos sistemas de control del tránsito, nuevas fuentes de energía, nuevos equipos de navegación aérea, aterrizaje con microondas, etc.

Por eso, cuando se define la construcción de un aeropuerto, las decisiones debe contemplar horizontes largos y flexibles, y ésto, sólo podrá conseguirse con un desarrollo local de alta tecnología, en un proceso de actualización constante y en donde cada especialista, cada rama de la ciencia, cada profesionalista, encuentre un campo propicio para su desarrollo, integrándose a un fin común.

OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL AEROPUERTO.

Una vez terminada la construcción, se pone en marcha la operación del aeropuerto, es importante que el personal previamente seleccionado esté debidamente capacitado para asumir la

responsabilidad y brindar el servicio adecuado. En la conservación y mantenimiento se requiere de personal calificado, para mantenerlo en las óptimas condiciones y prolongar así su vida útil; se tendrá su máximo aprovechamiento y se evitan deterioros por descuidos y negligencia.

Con la construcción de nuevos aeropuertos, se incrementan las rutas aéreas y por consecuencia el personal también crece, necesario para mantener un avión en vuelo. Cada día, la ingeniería de mantenimiento requiere de más personal capacitado para lograr la máxima eficiencia de los motores y de los aviones.

Por otra parte, las compañías aéreas investigan y desarrollan nuevas técnicas de diseño, de fabricación y de mantenimiento para modernizar su equipo, mejoran su red de servicios y hacen frente a la necesidad de mejorar la administración.

Las líneas aéreas ofrecen quizá la mayor variedad de empleos al contar con mecánicos, pilotos, sobrecargos, radiotelegrafistas, ingenieros de abordó, técnicos de radiocomunicación, etc., cuenta además con personal para recibir equipaje, recibir reservas de pasajeros, lleva a cabo investigaciones económicas y técnicas, ofrece toda clase de facilidades para la carga, el pasaje y el mantenimiento de los aviones en todas las paradas que tiene que hacer sobre su ruta.

En las operaciones de tierra, los ingenieros han desarro

llado tecnologías nuevas, por medio de las computadoras modernizan los procedimientos de operación, control de tránsito aéreo, control de los sistemas de seguridad, control y fijación de nuevas rutas, ofrecen además nuevos servicios a los usuarios como la reserva automática, máquinas vendedoras de boletos automáticas, etc.

Un gran número de sistemas de computadoras se encuentran interconectadas a sistemas de recopilación y transmisión de datos, para facilitar y coordinar funciones, entre las que se encuentran: la operación de sistemas, control de equipos y de subestaciones, diagnóstico automático de inspección a los equipos, conservación y mantenimiento de equipo terrestre y aéreo, control de los sistemas de seguridad para prevención de accidentes e incendios, etc.

Las investigaciones y las aplicaciones de la medicina en la aeronáutica, constituye una nueva rama separada de la medicina general pues se orienta, principalmente a problemas tales como los vuelos a alta velocidad o a bajas temperaturas; presión del oxígeno y temperaturas óptimas, para una mayor eficiencia en los vuelos por parte del personal.

Las investigaciones sobre el instrumental de vuelos, es también un campo de rápido desarrollo, a causa de los adelantos obtenidos en el área de la electrónica, en el área de la cibernética y en la aplicación de las microondas en el área de las comunicaciones.

Aunque la infraestructura aeroportuaria ofrece una gran variedad de empleos, representa sólo una parte de la industria de la aviación; esta industria, ofrece también oportunidad para desarrollarse en ramas afines como es la fabricación de - - aviones, fabricación de accesorios y refacciones, desarrollo - en el campo editorial con publicaciones técnicas afines, etc.

T E M A I VINTEGRACION DE LOS PROGRAMAS DE EJECUCION

CONTROL DE CALIDAD

Con el proyecto ejecutivo y las especificaciones de construcción definidas, se establecen normas para controlar la calidad de los trabajos y de los materiales. El uso de los materiales de la región es muy recomendable, siempre y cuando reúnan los requisitos establecidos en el proyecto, en cuanto a calidad.

El control de calidad es adecuado cuando califica satisfactoriamente a los elementos de la obra, señalando en forma precisa su calidad y es oportuno, cuando produce la información correctiva a tiempo, evitando futuras demoliciones o rechazos de la obra ejecutada.

Con el control de calidad se verifica que cada uno de los materiales cumplan con las especificaciones establecidas en el diseño, por lo que se requiere tomar muestras representativas de los materiales que se utilizan efectuando las pruebas correspondientes.

En obras de cierta magnitud se justifica el montaje de un laboratorio de campo, que controla y verifica los materiales que se utilizan y los trabajos que se ejecutan.

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y RUTA CRITICA

Un programa de construcción, usualmente es una gráfica - donde se muestran para una obra los trabajos por ejecutar, la cantidad, la unidad, el tiempo de construcción para cada operación y las fechas estimadas de inicio y terminación.

En el programa de construcción se establecen los conceptos más representativos por partidas, el volúmen por ejecutar y se estima el tiempo que se requiere para realizar cada una de las actividades.

En la preparación de un programa de obra, se inicia por dividir el proyecto por conceptos se determina la cantidad de trabajo y se estima el tiempo para realizar cada una de las -- operaciones fijando un plan tentativo de los procedimientos - que se emplearán para ejecutar el trabajo.

Así mismo se determina el número de personal necesario y el tipo de maquinaria que se requiere, estudiando diferentes - alternativas, para optimizar personal y equipo.

El programa de obra puede elaborarse en diferentes formas, la más común es la que se presenta por medio de una gráfica con barras estableciendose un calendario que nos indica la fecha de inicio y terminación de todas y cada una de las actividades que se van a desarrollar. Así mismo, nos muestra la mano de obra a utilizar y el equipo y maquinaria que se necesita

para efectuar cada evento. Nos puede mostrar también los gastos por erogar y los materiales que se requieren.

El programa es además una herramienta de trabajo, que nos permite valorar el avance de la construcción en cualquier momento y conocer si no está atrasada en relación con los períodos de tiempo establecido, (Ver gráfica 1).

La ruta crítica, es otro método que se utiliza para controlar el avance de una obra; se prepara estableciendo una secuencia adecuada de las operaciones de trabajo paso por paso con sus tiempos necesarios para realizarlas. Se presenta por medio de un diagrama de flechas colocando las actividades con su tiempo de ejecución, indicando la secuencia de los trabajos, hasta su terminación final.

Por lo tanto, la ruta crítica es la secuencia de operaciones que requieren mayor tiempo para quedar terminadas. La ruta crítica determina la duración de un proyecto. Para acortar la duración es necesario disminuir el tiempo que se requiere en una o más actividades que se encuentran en la ruta crítica. (Ver gráfica 2).

PROGRAMA DE OBRA

OBRA No. 25

AVANCE ESTIMADO ████████

PROYECTO: DPTO. 30

AVANCE REAL ████████

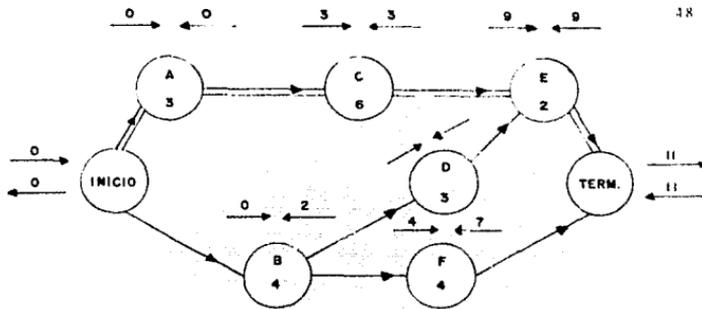
PROMETARIO: A.S.A.

LOCALIZACION: PACHUCA, HGO.

DE: ENERO A: MARZO DE: 1992

No.	OPERACION	CANTIDAD	U	No.	ENERO				FEBRERO				MARZO			
					SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	TRAZO Y NIVELACION	5	HA	3	████████											
		5	HA		████████											
2	EST. DRENAJE	10	PZA	4		████████	████████	████████								
		12	PZA			████████	████████	████████	████████							
3	TERRACERIAS	20000	M ³	8			████████	████████	████████	████████						
		20000	M ³				████████	████████	████████	████████						
4	PAVIMENTOS	3000	M ²	3				████████	████████	████████						
		3200	M ²								████████	████████				
5	SEÑALIZACION	80	PZA	2							████████	████████				
		80	PZA										████████	████████		
6	ILUMINACION	80	PZA	4							████████	████████	████████	████████		
		80	PZA									████████	████████	████████	████████	
7	LIMPIEZA DE OBRA	3500	M ²	2												████████
		4000	M ²													

GRAFICA No.1 PROGRAMA DE OBRA PARA EL PROYECTO DE UNA PISTA



RUTA CRITICA A → C → E

ACTIVIDAD	DURACION	T. PROXIMO		T. LEJANO		HOLGURAS		
		INICIO	TERM.	INICIO	TERM.	TOTAL	LIBRE	INTERF.
A	3	0	3	0	3	0	0	0
B	4	0	4	2	6	2	2	0
C	6	3	9	3	9	0	0	0
D	3	4	7	6	9	2	2	0
E	2	9	11	9	11	0	0	0
F	4	4	8	7	11	3	3	0

GRAFICA No. 2 PROGRAMA DE RUTA CRITICA

PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN AEROPUERTO

El procedimiento constructivo que se menciona a continuación, no es una secuencia rígida que se sigue en la ejecución de una obra aeroportuaria, ya que varios de los conceptos que aquí se presentan ordenados, se ejecutan en etapas paralelas, o antes si es preciso, por lo tanto la secuencia de los trabajos mencionados deben tomarse como una descripción general del proceso.

El proceso constructivo, es un renglón de gran importancia en cualquier tipo de obra, influye en el costo total y en la calidad de la obra.

Algunos de los aspectos constructivos que se mencionan pueden aplicarse de manera general a varios tipos de obras, variando un poco las especificaciones de construcción, ya que para algunas son más estrictas que en otras.

ESTUDIOS PRELIMINARES Y TRAZO DEFINITIVO

Antes de empezar la construcción de la obra, se realiza un levantamiento topográfico para definir los linderos y los accidentes del terreno natural, colocando referencias y bancos de nivel que sirven de guía durante el tiempo que dura la obra.

Así mismo, se trazan y se colocan referencias para la construcción de las estructuras y los edificios, se verifican

medidas con el proyecto ejecutivo y se distribuyen las áreas - que ocuparán las oficinas de campo, el almacén de materiales, el comedor, el laboratorio de campo, el área para almacenar maquinaria y equipo, y la zona para habilitado de cimbra y acero.

La distribución anterior se hace pensando en minimizar - el tiempo de los acarrees de materiales del almacén a la obra. Las oficinas y la bodega, generalmente se localizan muy cerca - de la entrada principal para controlar la entrada y salida de - personal, materiales y equipo de construcción.

El traslado de maquinaria y equipo a la obra, debe ser - acorde a lo programado, el envío con demasiada anticipación - propicia congestión de las áreas de trabajo y tiempos - muertos por maquinaria.

DESMONTE

El desmonte consiste en eliminar la vegetación existente en las zonas de trabajo. Su ejecución se efectúa con procedimientos manuales y en ciertos casos se utiliza maquinaria y explosivos.

En el caso de los bancos de material, este desmonte se - ejecuta en toda el área por excavar. Comprende una o varias de las operaciones siguientes:

- a) Tala: Corte de árboles y arbustos
- b) Roza: Eliminación de la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra.
- c) Desentraíce: Extracción de troncos y tocones.
- d) Limpia y retiro del producto de desmonte fuera del área de trabajo.

DESPALME

Se entiende por despalme la operación que consiste en remover un determinado espesor del terreno natural, que por su características es inadecuado para emplearse en la construcción de la obra.

El despalme se realiza sólo en el área por construir y se ejecuta por etapas, conforme se va avanzando en el trabajo, su finalidad es mantener la humedad del terreno; sólo si el contenido de humedad es excesivo se despalma con anticipación para que la misma se elimine por evaporación.

Conociendo las características del material por remover, se elige el equipo más adecuado y el producto del despalme se retira a zonas previamente establecidas de manera que no afecte la ejecución de otras obras.

MATERIALES PETREOS Y SUS ACARREOS

Durante la construcción de la obra, es necesario contar durante

con un volúmen suficiente de materiales pétreos, por lo cual es indispensable disponer de uno o varios bancos de material que nos permitan ejecutar la obra sin contratiempos.

Los materiales pétreos son un punto esencial en la construcción de terracerías, subbases, bases, elaboración de mezclas de concreto hidráulico, y en la construcción de pavimentos asfálticos, ya que estos trabajos por su magnitud requieren de un volúmen considerable de estos agregados.

El transporte de los materiales del banco a la obra por lo general se efectúa con equipo montado sobre neumáticos; - equipo ideal para transportar grandes volúmenes, con gran rapidez y a grandes distancias. Entre los equipos más usuales se utilizan los camiones de volteo, los volquetes, las vagonetas, los dumptrors, etc.

CORTES Y TERRAPLENES

Los cortes son excavaciones en el terreno natural, por lo regular se ejecutan a cielo abierto y tienen por objeto formar la sección de una obra y dependiendo con la dificultad para su extracción del volúmen requerido y de las características del material, se define el equipo que se va a utilizar.

Los materiales de cortes se clasifican de acuerdo a la dificultad que presentan para su extracción y carga, en los cuatro tipos siguientes:

Material A: Es el material blando o suelto de suelos poco o nada cementados, con partículas hasta - de 7.5 cms. como los suelos agrícolas, las - lamas y las arenas.

Material B: Este material presenta dificultad en su extracción y carga, el tamaño de sus partículas varía de 7.6 cms. hasta 75 cms. y entre estos tenemos a las rocas alteradas, conglomerados medianamente cementados, arenisca - blanda y tepetáte, este material es atacable con tractor y angledozer de 140 a 160 H.P.

Material C: Es el material que requiere del uso de explosivos para su extracción y la piedra suelta con una dimensión mayor de 75 cms. y entran en esta clasificación la roca basáltica, los conglomerados y areniscas fuertemente cementadas, caliza, riolitos, granito y anderita sana.

Clasificación Intermedia: Se tiene cuando los materiales que se extraen presentan una mayor dificultad que los descritos anteriormente asignándoles porcentajes de mat. A, B o C en proporción con las características medias del material de que se trate.

TERRAPLENES

Los terraplenes, son estructuras que se forman con materiales provenientes de cortes de préstamos. Si el volúmen para terraplenes no es suficiente, o por su mala calidad no puede ser utilizado, se recurre a materiales procedentes de un banco de préstamo.

Los materiales que se utilizan para formación de terraplenes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- A) Material compactable.- Como los suelos, fragmentos de roca muy alterada, medianamente cementados, arenisca blanda y tepetates, etc.

- B) Material no compactable.- Son los fragmentos de rocas provenientes de mantos sanos como los basáltos, caliza, granitos y conglomerados fuertemente cementados.

CONSTRUCCION DE EDIFICIOS EN UN AEROPUERTO

La construcción de un edificio en el aeropuerto no difiere de un edificio común, pero si tienen ciertas características que los distinguen, entre otras tenemos:

- Flexibilidad para ampliaciones futuras de acuerdo a la demanda creciente de los usuarios.
- Accesibilidad para el flujo ágil de pasajeros y carga.
- Estrictas medidas de seguridad para el personal y el usuario.
- Salas de espera y ambulatorios espaciosos, estéticos y funcionales.
- Ambiente confortable y una iluminación adecuada.

TRABAJOS PRELIMINARES

Para iniciar la construcción de un edificio se ubica efectuando el trazo general de los ejes y de los niveles, partiendo de líneas de referencia y bancos del nivel previamente establecidos, verificando el trazo contra los planos autorizados del proyecto ejecutivo.

La estructura para los edificios del aeropuerto, pueden ser a base de: estructuras de acero, de concreto reforzado, de mampostería, de madera o una combinación de éstos.

La estructuración puede adoptar distintas característi--
cas y formarse con muros de carga, traveses y columnas o a base_
de marcos rígidos con columnas, traveses y losas planas macizas_
o reticulares.

Durante el tiempo de la obra se requiere de pruebas de -
calidad tanto de los materiales que utilizan como de los traba_
jos que se ejecutan, por eso es necesario contar con un labora_
torio que controle y verifique calidad y resistencia.

De las pruebas de laboratorio más comunes se tienen: - -
pruebas de resistencia y calidad, control del acero de refuer-
zo, control de los agregados y del concreto; control del acero
para estructuras, de sus soldaduras, de las compactaciones en_
terraceras y pavimentos, etc.

El edificio terminal y los hangáres requieren de espa- -
cios amplios sin obstrucciones intermedias causadas por colum-
nas. Estas estructuras son espaciales y generalmente se cons--
truyen con arcos, marcos o armaduras de acero preesforzado.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Las estructuras de concreto reforzado, se distinguen de_
las estructuras de otros materiales, porque tienen ciertas ca-
racterísticas derivadas de los procedimientos constructivos -
utilizados en su fabricación.

El concreto se fabrica en estado plástico lo que obliga a utilizar moldes, que lo sostienen mientras adquiere resistencia suficiente para que la estructura sea autosoportante. Esta característica exige ciertas restricciones, pero al mismo tiempo aporta algunas ventajas, una de éstas, es su "moldeabilidad" propiedad que brinda al proyectista, gran libertad en la elección de formas.

Otra característica importante, es la facilidad para lograr la continuidad de la estructura, con todas las ventajas que ésto supone. Mientras que en estructuras metálicas, el logro de continuidad en las conexiones de los elementos, implica serios problemas en el diseño y en la ejecución. En las de concreto reforzado el monolitismo, es consecuencia natural de las características de su construcción.

Existen dos procedimientos principales para fabricar estructuras de concreto. Cuando los elementos estructurales se forman en su posición definitiva, se dice que la estructura ha sido colada "IN SITU" o colada en el lugar. Si se fabrica en un lugar distinto al de su posición definitiva, el procedimiento recibe el nombre de prefabricación.

El primer procedimiento, obliga a una secuencia determinada de operaciones, ya que para iniciar cada etapa es necesario, esperar a que se haya concluido la anterior, por ejemplo, no puede procederse a la construcción de un nivel en un edificio, hasta que el nivel anterior haya adquirido la resistencia

adecuada.

Además, es necesario, construcción obras falsas muy elaboradas y transportar el concreto fresco, del lugar de fabricación a su posición definitiva, operaciones que influyen decisivamente en el costo.

EL CONCRETO REFORZADO Y SUS COMPONENTES

Las características de un concreto, pueden variar considerablemente mediante el control de sus ingredientes. Cuando el control de calidad es bueno, el concreto presenta características favorables, como son trabajabilidad, durabilidad, impermeabilidad, resistencia al fuego y resistencia a la compresión. Pero el concreto también tiene desventajas como relativa fragilidad, su resistencia a la tensión es pequeña comparada con su resistencia a la compresión. No obstante, esta desventaja puede contrarrestarse, reforzando o presforzando el concreto con el acero, la combinación de ambos materiales, nos da como resultado el concreto reforzado o armado, el cual posee, muchas de las mejores propiedades de cada uno.

PRINCIPALES COMPONENTES DEL CONCRETO REFORZADO

EL CEMENTO

El cemento Portland es un polvo fino producto de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos; además, es el componente principal para elaborar el concreto hidráulico.

El cemento Portland, por lo general se fabrica en cinco tipos; que se distinguen entre sí, por su uso y por sus propiedades químicas y físicas.

Cemento Portland normal (Tipo I).- Es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

Cemento Portland Modificado (Tipo II).- Se utiliza para elaborar concretos expuestos a una moderada acción de sulfatos o cuando se requiere un calor moderado de hidratación.

Cemento Portland de alta resistencia rápida (Tipo III).- Recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción. Dado que tiene un gran desprendimiento de calor no es aconsejable utilizarlo en grandes volúmenes.

Cemento Portland Puzolana (Tipo IV).- Cemento de bajo calor de hidratación, por su contenido de puzolana (material sílice-aluminoso) ofrece una mayor resistencia a la acción negativa de los sulfatos y sales, así mismo, se obtiene una mayor plasticidad e impermeabilidad en el concreto.

Cemento Portland Resistente a los Sulfatos (Tipo V).- Es un cemento especialmente diseñado para proporcionar una alta resistencia al ataque de los sulfatos, álcalis y sales. Sus aplicaciones típicas son las estructuras expuestas al agua del

mar o se localizan en terrenos selenitosos.

LOS AGREGADOS

Los agregados constituyen alrededor del 75% en volúmen, de una mezcla típica de concreto. El término agregado comprende las arenas, gravas y piedras trituradas utilizadas para preparar morteros y concretos.

La limpieza, sanidad, resistencia y forma de las partículas son importantes en cualquier agregado.

En cuanto a su granulometría, la clasificación y el tamaño máximo de los áridos son determinantes, debido al efecto en las dosificaciones, docilidad, economía, porosidad y contracción.

Un índice para describir si el agregado es fino o grueso nos lo proporcionan los tamices o mallas. Así, se considera un agregado fino cuando su dimensión es menor de 5mm. y si es mayor se le considera grueso siendo el límite superior hasta 38 mm.

En la práctica el agregado grueso se escoge hasta el tamaño máximo que resulte satisfactorio para un trabajo y cuanto mayor sea el tamaño, menos agua y cemento se requieren para producir concreto de una calidad dada.

EL AGUA UTILIZADA PARA LA ELABORACION DE CONCRETO

El agua que se le agrega a la mezcla de materiales aglomerantes para elaborar el concreto hidráulico se puede obtener de ríos, pozos lagos, presas, etc. Pero es recomendable que el agua utilizada se apegue hasta donde sea posible a los requisitos de potabilidad.

El término hidráulico aplicado a los cementos, significa que es capaz de desarrollar resistencia y endurecerse en presencia del agua. El agua sirve también de lubricante al concreto fresco, haciéndolo plástico y manuable.

Es de suma importancia vigilar la proporción del agua en la pasta de concreto, ya que de la relación agua-cemento depende la resistencia, la durabilidad, la permeabilidad y otras propiedades deseables del concreto.

Por la razón anterior, las especificaciones limitan la relación agua-cemento, la cantidad total de agua y el revenimiento, por eso es importante que el encargado de la obra verifique que esos límites no se excedan.

EL ACERO DE REFUERZO

El hierro es un metal que tiene la propiedad de ser, maleable y dúctil, lo que permite utilizarlo como acero de refuerzo en las construcciones. Se presenta comercialmente en

forma de varilla en diferentes diámetros y por su textura puede ser lisa corrugada o torcida en frío y por su grado de dureza ser normal o de alta resistencia.

Antes de utilizar el acero de refuerzo en las construcciones es importante verificar que satisface los requisitos especificados en el proyecto, mediante un laboratorio, efectuando pruebas de tensión y doblado para su aceptación o rechazo.

Existen recomendaciones en su uso para las estructuras de concreto reforzado, entre otras tenemos:

- Que el refuerzo esté formado por barras de acero corrugado de cualquiera de los diámetros comerciales.
- Esté libre de lodo, óxido, grava, aceites o cualquier otro recubrimiento no metálico que perjudique su adherencia.
- Protección de las varillas cuando queden a la intemperie para evitar su corrosión.
- Utilización de grifos y pernos para el doblado sin recurrir al calentamiento.

LA CIMBRA

Para colar los elementos de concreto reforzado, como dadas de repartición, zapatas de cimentación, contratraves, castillos, columnas, traves, losas, etc., se utilizan moldes o

cimbras, estos pueden ser de metal o de madera aunque hay también moldes hechos de materiales muy diversos como fibras comprimidas, fibra de vidrio, asbesto-cemento, etc.

El uso de moldes con placas de acero, es cuando se desea un acabado aparente pero por lo elevado de su costo, su uso es restringido, aunque puede resultar costeable a largo plazo, la cimbra metálica se utiliza cuando se tienen módulos, es decir, cuando se tienen columnas o trabes tipo, en cantidad tal que resulta costeable su inversión.

Los moldes de madera son los que más se utilizan por su bajo costo y fácil adaptación y manejo.

Existen también recomendaciones para el uso de la cimbra, así tenemos:

- Que la cimbra y la obra falsa sean colocadas con el debido apoyo de forma tal que impida deformaciones en los moldes.
- Como norma general los pies derechos van sobre rastras y colocados sobre dos cuñas de madera que permiten controlar cualquier asentamiento.
- La cimbra debe ser tratada con un desmoldante adecuado para que no manche la superficie de concreto, y se logra facilidad en el descimbrado.

ELABORACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

La elaboración del concreto puede efectuarse en una - - planta o en un lugar, esto va a depender del volúmen que se necesita, cuando se elabora en el lugar, se elabora la mezcla con una revolvedora o una elaboradora de concreto de baja capacidad.

Cuando se mezcla el concreto es importante hacerlo lo - más cerca posible de los elementos por colar, con lo cual se evita acarreos innecesarios que resultan perjudiciales para el concreto.

La operación de suministrar agua al cemento con los agregados y, el depósito de esta mezcla en los moldes es importante realizarlo en unos cuantos minutos ya que el concreto empieza a fraguar al contacto con el agua. Un concreto mezclado que por accidente o por descuido se haya endurecido, no es conveniente utilizarlo en la construcción de elementos estructurales.

Cuando la elaboración del concreto se realiza en una - - planta, su transportación se efectúa en camiones sin aristas - en su caja y con un retardante incluido para evitar su fraguado.

La colocación en obra se hace en botes, carretillas, bombas, etc., dependiendo del elemento por colar. Al concreto se le pueden agregar retardantes, acelerantes, aire o impermeabi-

lizantes con el fin de aumentar su trabajabilidad, aumentar su rapidez de fraguado o disminuirla.

Antes de vaciar el concreto, a los moldes, se verifica - que estén impregnados con aceite o diesel para evitar el descascaramiento del concreto al descimbrar los elementos, así - mismo se rectifican los niveles, la solidez y las dimensiones de los moldes. Es importante revisar también que el acero de refuerzo esté en su sitio, así como las piezas ancladas, los ductos o los insertos que queden dentro de los elementos por colar; el equipo y el personal es importante que se encuentren preparados antes de empezar el vaciado del concreto.

Cuando el peralte del elemento por colar es grande, el vaciado se hace en capas no mayores de 25 cms. sin dar tiempo a que empiece el fraguado se coloca la siguiente capa para asegurar la adherencia entre las mismas; cada capa se vibra para uniformizar el concreto y elevar la lechada, pero se cuida que no se presente la segregación de los materiales durante el colado.

Una vez que el concreto empieza su fraguado, se deja reposar como mínimo durante ocho horas, sin transitar sobre su superficie y sin colocarle cargas.

Cuando se reanuda un vaciado en colados interrumpidos, se coloca abundante lechada rica en cemento, limpiando antes si es preciso, el polvo que se hubiera adherido, para tener así una unión satisfactoria.

Para comprobar el revenimiento y la resistencia del concreto, se toman muestras durante su elaboración; probándose posteriormente en el laboratorio.

CURADO DEL CEMENTO

Después de vaciar el concreto a los moldes, comienza a endurecer y adquirir resistencia; para asegurar que adquiere la resistencia de diseño, es necesario una estricta vigilancia desde su elaboración, su colocación y mantener una humedad mínima hasta lograr la hidratación del cementante.

Todo lo anterior es de suma importancia en colados de grandes áreas como en los pavimentos, ya que al iniciar el fraguado, comienza la reacción química del agua con el cemento, lo cual provoca desprendimiento de calor y pérdida de humedad por evaporación, ésto obliga a mantener el concreto húmedo en forma constante desde el inicio de su fraguado hasta siete días después cuando se usa cemento de resistencia rápida o catorce días si se usa cemento normal.

Existen varios métodos para el curado del concreto y su finalidad es la de obtener la resistencia de diseño en unas cuantas horas o en días. Entre los métodos más usuales se citan los siguientes:

- Método por inundación de la superficie.- Que consiste en mantener sobre la superficie una pequeña lámina de agua de unos

4 cms. de espesor, con el fin de mantener humedad constante sobre los elementos recientemente colados, evitando así que quede descubierta si existe evaporación excesiva.

Este método es el más seguro, y el más recomendable si se controla bien, pero es el más costoso por la cantidad de agua que requiere.

- Método de la membrana.- Se basa en la aplicación de un producto químico disuelto en un solvente adecuado con un atomizador que trabaja mediante presión de aire, sobre la superficie recién colada forma una membrana impermeable que impide la evaporación del agua contenida en el concreto; esto produce un curado satisfactorio, cuando el compuesto está bien aplicado.

Con la membrana se cubre toda la superficie, y se evita la evaporación del agua, además es importante que sea lo suficientemente resistente para que permanezca sin romperse durante los 14 días que dura el curado. Su presentación es en color blanco, ya que de esta manera refleja la luz y el calor en forma de energía radiante. En la colocación del producto se recomienda una estricta vigilancia para que quede bien aplicado.

- Método a base de vapor.- Se utiliza para acelerar el desarrollo de la resistencia del concreto a edad temprana; el curado se efectúa con vapor saturado a la presión atmosférica, esta, se conoce algunas veces como curado a vapor a baja presión, o a alta temperatura.

Con este tipo de curado, las cimbras se utilizan en períodos más cortos, aumentando su uso. Obteniéndose así economía en costo y tiempo.

El curado a vapor se protege con una cubierta adecuada que retiene el vapor con un mínimo de pérdidas de humedad y calor, la envoltura permite la libre circulación del vapor alrededor y en las partes altas de los elementos de concreto.

Los chiflones de vapor, se colocan de tal manera, que no descarguen directamente en el concreto, en las cimbras, ni en los cilindros de prueba.

El ciclo de aplicación del vapor se efectúa de la siguiente forma:

- 1.- Después de colado y antes de aplicar el vapor. Se deja al concreto alcanzar su fraguado inicial, con lo que se evita que la elevada temperatura reduzca su resistencia. Mientras se coloca el concreto en los moldes y se aplica el vapor, se evita el secado de la superficie por medio de las membranas de curado, cubiertas húmedas, o algún otro método.
- 2.- Posteriormente se aplica el vapor incrementando la temperatura ambiente dentro de la envoltura en forma uniforme, -- aproximadamente cada hora.
- 3.- La temperatura óptima de curado, se alcanza cuando la tem-

peratura está entre 65° y 75° grados centígrados.

Existen otros métodos para el curado de concreto, pero no todos son recomendables ya que requieren de una mayor vigilancia y mejor control.

ACABADOS EN LOS EDIFICIOS

Para los acabados en los edificios de un aeropuerto, se procura emplear aquellos materiales que garanticen durabilidad, economía, facilidad para el mantenimiento y buena estética.

Los acabados que se aplican en los edificios, dependen del uso y destino que se les va a dar. Es recomendable utilizar en los acabados, materiales existentes en la región con la finalidad de abatir los costos.

El edificio terminal, que es el lugar donde se proporciona servicio a los usuarios del aeropuerto, se busca el confort en función de la calidad del ambiente, manejando texturas y colores tanto en el mobiliario como en los acabados de los pisos, muros y plafones, los espacios del edificio terminal es importante que estén bien iluminados, ventilados y accesibles.

Las áreas de servicio público, como el vestíbulo, la sala de espera, los despachos de boletos, las áreas para el personal y los depósitos de equipaje y carga, deben ser lugares con un decorado que no caiga en inútiles y estridentes contrastes.

Para los muros divisores, se puede utilizar el tabique, el concreto, block, tablaroca, madera, materiales plásticos, aluminio y cristal, etc. Con un espesor suficiente para alojar conductos eléctricos, telefónicos y otras pequeñas tuberías; en los acabados de los muros se prefieren pinturas lavables plásticas de buena estabilidad y resistencia al uso.

En los pisos, se utilizan materiales resistentes al fuego, al desgaste, de buena apariencia y agradable efecto estético y de ser posible de absorción sonora. En México, se utiliza mucho el mármol por economía y durabilidad al desgaste (aunque no es acústico), en otros países se utiliza la alfombra, las losetas, etc.

En los plafones y losas, se aplican pastas, pinturas plásticas y paneles de material acústico, para amortiguar la transmisión de ruidos.

Es muy importante, que en los acabados de los edificios se apliquen materiales fonoabsorbentes, tanto en los pisos, como en los muros y plafones, ya que con el progreso de nuevas técnicas de construcción y materiales, los muros y los pisos se han ido reduciendo de espesor, lo que ha favorecido la transmisión de ruido y ha comprometido la tranquilidad de los recintos donde se montan.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

El diseño de los pavimentos para pistas, calles de rodaje o plataformas es básicamente el mismo en sus principios, - que el utilizado para el pavimento del estacionamiento, del camino perimetral y camino de acceso pero existen ciertas diferencias entre ellos, algunos de las cuales son los siguientes:

- 1.- Los vehículos que circulan por las pistas de los aeropuertos son más pesados, que los que circulan por las carreteras.
- 2.- La presión de las llantas utilizadas por los vehículos que transitan por las carreteras, son considerablemente menores, que la presión en las llantas de las aeronaves.
- 3.- La repetición de las cargas en una carretera, son mayores comparada con la repetición de carga de la pista.
- 4.- La concentración de las cargas en las carreteras se da en las zonas laterales del pavimento, mientras que en los aeropuertos, la concentración de las cargas se manifiesta al centro del área pavimentada.
- 5.- La velocidad y las condiciones de operación de los vehículos que circulan por las pistas son mayores a las de los vehículos que circulan por carretera.

El diseño y la conservación de los pavimentos de un - -

aeropuerto, son de un interés muy especial, ya que siendo estos las vías de rodaje de los aviones, se ven sometidos a grandes esfuerzos al paso de los mismos, principalmente en las áreas consideradas como críticas donde el movimiento de las aeronaves es lento y actúan a su carga máxima.

Como fase importante del diseño de los pavimentos, intervienen criterios de selección entre pavimentos rígidos y flexibles siendo de gran trascendencia entre ellos los costos y la capacidad estructural, agrupando los siguientes factores:

- Costos
- Financiamiento y seguridad
- Comodidad y futuras expansiones
- Capacidad del terreno de soporte
- Características de los materiales de construcción
- Factores climatológicos predominantes en la región
- La frecuencia del tránsito
- La velocidad de los vehículos
- La capacidad para soportar la repetición y concentración de cargas.
- Esfuerzos a que se verá sometido
- Los procedimientos constructivos
- Mantenimiento y su conservación a futuro
- Etc.

Es importante señalar que uno solo de los factores mencionados puede influir determinadamente en la decisión; es po

sible también que el criterio se norme mediante el conjunto de varios de estos factores.

CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS

Los pavimentos se dividen en general en los dos tipos siguientes:

1.- PAVIMENTOS FLEXIBLES:

- a) Concreto asfáltico de varias capas
- b) Concreto asfáltico de una capa integral

2.- PAVIMENTOS RIGIDOS:

- a) Concreto hidráulico simple sin refuerzo
- b) Concreto hidráulico con refuerzo en juntas
- c) Concreto hidráulico con refuerzo continuo
- d) Concreto preesforzado
- e) Concreto y asfalto combinados verticalmente
- f) Concreto y asfalto combinados horizontalmente

Estos dos tipos de pavimentos difieren, tanto en la forma de distribuir las cargas sobre el terreno de soporte, como en su aspecto constructivo. Además de la diferenciación en los materiales de construcción que se utilizan.

Los pavimentos rígidos a causa de su módulo de elasticidad alto y por su rigidez, distribuyen la carga sobre una considerable área de suelo, por lo que gran parte de la capacidad

estructural del pavimento es proporcionada por la losa de concreto en si misma. Por esta razón, las variaciones menores en la resistencia del terreno de soporte tienen poca influencia en la capacidad estructural del pavimento rígido.

Por su parte, los pavimentos flexibles funcionan con el principio del sistema de capas para obtener la capacidad estructural de soporte donde la capa más resistente y de mayor calidad se encuentra en la superficie decreciendo calidad y resistencia hacia las capas inferiores.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS PAVIMENTOS

Después de los trabajos preliminares se inicia la construcción y con el proyecto se definen las líneas de referencia y bancos de nivel previamente establecidos, se rectifican trazos y niveles del terreno natural y se comparan con los perfiles, secciones y rasantes del proyecto autorizado.

Verificado lo anterior se realizan los cortes, terraplenes y la compactación de la subrasante.

COMPACTACION DE LA SUBRASANTE

Como la compactación natural del terreno, se logra en un tiempo relativamente corto mediante el uso de maquinaria se obtiene así además la estabilidad del suelo, mayor capacidad de carga y aumento del valor relativo de soporte.

En ocasiones por economía se reemplaza el material de la subrasante que tiene un bajo valor relativo de soporte por otro de mayor calidad, aumentando su estabilidad y resistencia.

Por lo general, la compactación de un terráplen se ejecuta de la siguiente forma:

Se cubre el área con el material seleccionado, se le agrega agua cuando el material mezclado presenta un valor cercano a la humedad óptima, se tiende en capas, con un espesor igual o menor de 15 cms., con lo que se logra un mejor acomodo del material y la pulverización de terrones; se compacta con el equipo, hasta cumplir con las especificaciones marcadas por el proyecto generalmente de 90% o al 95% de la prueba PROCTOR.

Cuando la capa tendida es aprobada por el laboratorio de campo, el tramo queda listo para recibir la siguiente capa.

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO O FLEXIBLE

El pavimento de concreto asfáltico lo componen tres capas, cuyo espesor está condicionado al trabajo a que se verán sometidas; la primera capa partiendo de la subrasante es la subbase, la segunda es la base y la tercera es la carpeta asfáltica.

La subbase en los pavimentos flexibles tiene como finalidad complementar un cierto espesor requerido por el

pavimento, a un costo relativamente bajo, en comparación con las otras capas, de manera que su calidad puede variar dentro de límites fijados por el proyecto.

La subbase en este tipo de pavimentos, se coloca entre la base y la subrasante, y sus funciones son:

- Soportar la carga rodante y transmitirla a la subrasante
- Proporcionar drenaje adecuado sin alterar las características de los materiales que la integran.
- Par protección al pavimento, contra el congelamiento.

El procedimiento para el tendido de la subbase generalmente se procede en campo de la siguiente forma:

- a) Se acarrea y se tiran los materiales sobre la subrasante, formando camellones a una distancia previamente definida por el espesor de la capa.
- b) Se mezclan estos materiales en seco, y se les agrega agua por medio de riego hasta obtener homogeneidad en granulometría y humedad, el porcentaje de agua que se agrega va del 10 al 25% en volúmen del peso de los materiales.
- c) Se tiende el material en capas sucesivas, con un espesor no mayor de 15 cms.
- d) La capa extendida se compacta, hasta alcanzar el grado de compactación fijada por el proyecto por lo general es del

95 al 100%, de la prueba PROCTOR sobreponiendo las capas - hasta obtener el espesor y sección especificada.

CONSTRUCCION DE LA BASE

La base, es el componente principal, estructuralmente - hablando, de un pavimento flexible y es la capa de apoyo de la carpeta asfáltica, se construye con material seleccionado.

La función principal de la base en pavimentos flexibles, es:

- Transmitir de manera uniforme, las cargas concentradas de los vehículos rodantes a las capas inferiores.
- Proporcionar drenaje adecuado al pavimento, sin alterar sus características.
- Controlar los esfuerzos producidos por dilatación y contracción, causados por cambios de temperatura y humedad, evitando así, agrietamientos en la superficie.

Los materiales utilizados para la formación de las capas, subrasantes, subbase y base en un aeropuerto, tienen un control de selección más exigente que en las carreteras y los requisitos de compactación son más estrictos. En los aeropuertos desde la capa subrasante la compactación se efectúa con pesos volumétricos altos y a mayor profundidad que en las carreteras, adquiriendo una particular importancia, en donde se localizan

las áreas críticas de los pavimentos.

El procedimiento de construcción de la base, en términos generales, es el siguiente:

- a) Se verifica que la subbase esté terminada dentro de la tolerancia fijada por el proyecto.
- b) Se acarrean y se colocan los materiales para la subbase a una distancia previamente definida por el espesor de la capa que se va a tender.
- c) Se mezclan estos materiales en seco para obtener un material uniforme, extendiendo parcialmente el material y agregando agua hasta obtener homogeneidad en granulometría y humedad óptima.
- d) Se tiende el material en capas con un espesor igual o menor a 15 cms. y se compacta hasta alcanzar el grado mínimo de compactación generalmente del 95 al 100% de la prueba - PROCTOR fijada por el proyecto, sobreponiendo capas hasta obtener el espesor y sección requerida.
- e) Se dan riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.
- f) En las tangentes, la compactación se inicia de las orillas hacia el centro y en la curva del interior de la curva ha-

cia la parte exterior.

- g) Cuando se trata de un pavimento flexible, la base terminada y superficialmente seca, se barre para eliminar el polvo, antes de aplicar el riego de impregnación, que la protegerá de filtraciones de agua que pudieran alterar su grado de compactación.

LA CARPETA ASFALTICA

Las características más importantes de una carpeta asfáltica son:

- Proporcionar resistencia para que las cargas aplicadas sobre su superficie no provoquen deformaciones perjudiciales en las capas inferiores.
- Transmitir las cargas a las capas de apoyo.
- Tener resistencia al desgaste y al intemperismo.
- Ser impermeable, para que el agua pluvial no penetre a las capas inferiores y las destruya.
- Proporcionar una superficie antiderrapante y sin aspereza, evitando el acuaplaneo y el desgaste excesivo de los neumáticos de los aviones.

Con la subbase y base construidas, a continuación se describe en forma muy general la construcción de la carpeta asfáltica

tica la cual se realiza de la siguiente manera:

- a) Después de verificar el alineamiento, el perfil, las secciones, las pendientes, el espesor, la compactación y el acabado de la superficie de la base, se procede a barrer la superficie de esta con barredoras, cuya finalidad es eliminar el polvo suelto y materias extrañas. Se cuida que el nivel de la superficie tenga como tolerancia ± 1 cm. para evitar encharcamiento por acumulación de asfalto excesivo.
- b) Posterior al barrido se aplica, un riego de impregnación - cuya función es impermeabilizar y dar afinidad y adherencia entre la base y la carpeta asfáltica. Para aplicar este riego se pueden utilizar emulsiones asfálticas que se distribuyen con petrolizadoras de tracción mecánica, que cuentan además con equipo de calentamiento y bombas a presión, con lo cual se obtiene una distribución uniforme a una temperatura óptima.

La elección del tipo de asfalto más adecuado para este riesgo, depende principalmente de la viscosidad del mismo y de la textura de la base.

Los productos asfálticos y dosificaciones más comunes según la textura de la base para impregnar, son los siguientes:

Textura de la base	Asfalto	Dosificación
Abierta	Fm-2	1.0 a 1.5 lf/m ²
Media	Fm-1	1.0 a 1.5 lt/m ²
Cerrada	Fm-0	1.0 a 1.5 lts/m ²

- c) Posteriormente se permite que defluxe el riego de impregnación durante 48 hrs. mínimo, después de lo cual se procede a barrer nuevamente la base y se aplica un riego de liga con productos asfálticos de fraguado rápido sobre toda la superficie que se pretende cubrir con la carpeta asfáltica; evitando también tener exceso de asfalto en su aplicación. El producto asfáltico en este riego generalmente es Fr-3 (fraguado rápido # 3) en dosificación de 0.3 a 0.6 lts/m².
- d) Inmediatamente después de aplicar el riego de liga, se procede a tender la carpeta asfáltica, que consiste en una mezcla elaborada con materiales pétreos, arena, grava y asfalto cuyo mezclado se elabora en una planta de concreto asfáltico.

El tendido de la mezcla lo ejecutan máquinas autopropulsadas, con capacidad para ajustar el ancho y el espesor de manera uniforme, ajustada a la velocidad de la máquina, la cual recibe el material de los caminos de volteo mediante una tolva.

La mezcla se utiliza en aeropuertos, se elabora en planta y se coloca a una temperatura de 120° a 130° c. su transporte

tación es en vehículos con caja metálica, cubiertos con una lona, para preservar la mezcla del polvo y conservar la temperatura de la misma durante el período de trayecto.

La mezcla asfáltica se coloca en capas uniformes, que se irán compactando con rodillo, cuidando tenga una temperatura de 100° a 110°C. temperatura considerada como óptima para obtener una carpeta de alta calidad.

- e) Una vez tendida la mezcla, se dará una compactación inicial con rodillos metálicos tipo "TANDEM" de 8 a 10 toneladas de peso y la compactación final se logrará con planchas de rodillos lisos de 10 toneladas o más y con rodillos neumáticos de 8 toneladas o más, esta última fase de compactación, debe obtenerse el mismo día del tendido de la mezcla.
- f) Una vez terminada la carpeta asfáltica, el laboratorio determina su grado de permeabilidad y su compactación, si se encuentran dentro de las especificaciones del proyecto, no se requiere ninguna protección adicional en la carpeta, en caso contrario el laboratorio indicará algún riesgo especial a base de morteros asfálticos que permitan el sellado de la carpeta.

CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

El pavimento rígido o de concreto hidráulico, está forma

do por dos capas, la subbase que sirve de apoyo y una losa de concreto hidráulico con o sin acero de refuerzo; el acero no disminuye el peralte de la losa, aunque puede aumentar las dimensiones de las mismas, con una menor cantidad de juntas constructivas.

Los esfuerzos en estos pavimentos, se presentan por cargas externas repetitivas, por cambios cíclicos de temperatura, por contracciones, por expansiones, por alabeo, por cambios en el contenido de humedad y por cambios volumétricos de la subrasante y de la subbase.

El pavimento rígido se construye generalmente en áreas que se consideran como críticas que son aquellas donde se presentan las mayores deformaciones del pavimento y donde el avión tiene su carga máxima esto sucede en las plataformas, calles de rodaje y cabeceras de las pistas.

Los pavimentos de concreto por su módulo de elasticidad y su rigidez tienden a distribuir la carga sobre una considerable área del suelo, por lo que gran parte de la capacidad estructural del pavimento es proporcionada por la losa de concreto, por esta razón las variaciones menores en la resistencia del terreno de soporte tienen poca influencia en la capacidad estructural del pavimento rígido.

CONSTRUCCION DE LA SUB-BASE

La sub-base se construye con materiales estables de bancos de préstamos seleccionados previamente, esta capa sirve de apoyo a las losas de concreto y tiene como funciones principales las siguientes:

- Contrarrestar la acción de las heladas.
- Drenar eficazmente el agua que penetra, sin alterar sus características de diseño.
- Soportar las cargas que le transmite la losa
- Contrarrestar los cambios volumétricos de la capa subrasante y los efectos de alabeo.

CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO HIDRAULICO

El procedimiento constructivo más usual es el siguiente:

- a) Cuando la sub-base ha sido terminada se rectifica y protege con un riego de impregnación de tipo asfáltico, para prevenirla de los efectos del agua; se marcan las cotas de la rasante para colocar los carriles guía y los moldes metálicos perfectamente alineados, nivelados y fijos. Mismos que previamente se han engrasado para evitar el descascaramiento del concreto durante el descimbrado.
- b) Cuando el pavimento diseñado lo indique se coloca el acero de refuerzo o malla de acero limpio, sin escamas, libre de óxido, grasas y aceites.

- c) Se colocan también las varillas pasajuntas, manteniéndolas en su sitio con silletas y puntos de soldadura, lo cual garantiza su fijación durante el vaciado y el vibrado del concreto.
- d) Antes de vaciar el concreto, la sub-base se humedece pero sin saturarse, con lo que se evita que el concreto pierda el agua necesaria para su fraguado.
- e) La elaboración del concreto se prepara en una planta y se transporta en camiones con cajas sin aristas, para evitar que se produzca la segregación del material.
- f) Al concreto elaborado se vacía directamente en los moldes metálicos y se distribuye uniformemente. Cuando el volúmen por colocar es reducido, se permite su colocación con equipo semimecanizado. Cuando el volúmen es grande, se utiliza una máquina extendedora de concreto que cuenta con una batería de vibradores de inmersión y una regla vibratoria que reparte y acomoda el material, con lo que se obtiene un concreto denso, sin huecos. La máquina extendedora se desplaza sobre rieles, guía o ruedas, repartiendo el concreto con una cuchilla triangular, que se mueve a todo lo ancho de la losa, enrasando el material y vibrándolo, el acabado final de la superficie se obtiene con una placa en grasadora que lo nivela y afina. La textura antiderrapante se da con un escobillado antes de que el concreto pierda su brillo superficial.

- g) Después de que ha fraguado el concreto, se cura con alguno o cualquier otro de los métodos mencionados anteriormente.

CONSTRUCCION DE JUNTAS

Las juntas que se construyen en las losas de los pavimentos de concreto, evitan que las grietas aparezcan en forma desordenada a lo largo y ancho de las mismas. Se cuida que queden perfectamente selladas e impermeables para evitar la penetración de materias extrañas, y las filtraciones de agua que provocan fallas por socavación de la base.

Cuando las juntas están bien situadas y perfectamente construidas reducen los esfuerzos que se producen en las losas por cambios volumétricos, expansión o contracción del concreto, además facilita la transmisión de cargas de una losa a otra, reduce los alabeos y facilita la construcción entre losas, al unir el concreto de la jornada anterior a la del día siguiente.

Las juntas constructivas se clasifican de acuerdo a su función o posición que guardan en el interior de las losas, así se tienen: Juntas longitudinales, transversales, de contracción, de expansión, de articulación, de construcción, etc.

A continuación se cita el método más común en aeropuertos para formar las juntas constructivas, aunque existen otros

que se utilizan dependiendo de las necesidades de las obras o de las ventajas que pudieran ofrecer por su economía, facilidad en su construcción, etc.

JUNTA CONSTRUCTIVA POR MEDIO DE ASERRADO

Este tipo de junta se preparan, antes que el concreto comience a endurecer y cuando ya tiene suficiente consistencia para que no se desgrane con la sierra.

El tiempo preciso para iniciar el aserrado, se determina mediante pruebas experimentales en campo, con una sierra circular. El inicio del aserrado se detecta, cuando el corte provoca sólo un ligero desmoronamiento en el concreto, si el corte no provoca ningún desprendimiento, es señal que el concreto se ha endurecido demasiado y podrían formarse grietas adelante de la sierra.

Las juntas aserradas, se sellan inmediatamente después del corte, limpiándolos con un chiflón de aire que elimina el polvo y la basura que queda atrapado lo cual provocaría fallas al expanderse la losa.

Para el sellado se utiliza un material elástico, resistente al ataque de los aceites, combustibles de aviones, rayos infrarojos, lluvias y cambios de temperatura.

PAVIMENTO MIXTO O COMBINADO

Otra forma de construir un pavimento, es aquella en la cual se aprovechan las cualidades de los pavimentos rígidos, y flexibles, esta combinación puede hacerse vertical y horizontalmente, lo que nos da como resultado un pavimento mixto.

La ventaja principal de este pavimento radica en su economía ya que la carpeta asfáltica cubre la mayor área y las losas de concreto la menor.

PAVIMENTOS DE CONCRETO PREESFORZADO

En algunos aeropuertos se ha probado el uso de concreto preesforzado en los pavimentos, tratando de tener así mayores ventajas, que las logradas con los pavimentos de concreto convencionales; en pruebas efectuadas se ha visto, que el concreto preesforzado: reduce el número de juntas, reduce los agrietamientos y disminuye el volumen de concreto utilizado, su uso es aún limitado debido al costo de construcción, que es mayor que el del pavimento de uso convencional.

DRENAJE DEL AEROPUERTO

El buen funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones y servicios complementarios son sumamente importantes para la óptima operación de los sistemas de un aeropuerto; así como

en sus costos de conservación. Por ejemplo un aeropuerto con un deficiente sistema de drenaje, al encontrarse bajo los efectos y acción del agua, sufrirá fallas lamentables al cabo de cierto tiempo; por eso, es importante señalar la importancia del drenaje en un aeropuerto.

Los sistemas para recolectar el agua superficial o subterránea lo componen drenajes combinados o separados.

El drenaje superficial, abarca toda el área del aeropuerto, el subsuelo adyacente a las pistas, plataformas, calles de rodaje, zonas de seguridad, etc.

El agua que escurre se busca que drene libremente con un drenaje adecuado tanto superficial como subterráneo canalizando los escurrimientos. La eliminación de los escurrimientos superficiales y del subsuelo debe ser eficiente en todo el conjunto aeroportuario y es por ello que se pone especial cuidado en el diseño de pendientes adecuadas, con lo que se obtendrán superficies drenadas en forma satisfactoria.

DRENAJE PLUVIAL

Para proyectar el drenaje pluvial del aeropuerto, es necesario contar con los siguientes elementos:

- Plano topográfico del sitio y zonas que lo circundan
- Plano con curvas de nivel a 0.25 ó 0.50 m. de equidistancia

- Plano con perfiles y secciones transversales a lo largo del eje de las pistas, calles de rodaje, plataforma, etc.
- Datos de precipitación pluvial en la zona y condiciones climáticas.
- Estudio de las características de los materiales que forman el subsuelo.

Cuando la zona donde se ubica el aeropuerto es de alta frecuencia pluvial, se busca que el agua superficial, sea desalojada rápidamente, tomando en cuenta que existen zonas que el agua pluvial no debe inundar como son las pistas, calles de rodaje, las plataformas y el estacionamiento; zonas que, si se inundan dificultan el tránsito aéreo del aeropuerto; habiendo además otras zonas en las que el agua puede ser contenida parcialmente sin causar problemas, como son las áreas comprendidas entre pistas.

Para calcular los escurrimientos y diseñar los drenajes se pueden utilizar alguno de los métodos que se mencionan a continuación:

- Método racional
- Método armco
- Método de sección pendiente

METODO RACIONAL

Consiste en la determinación del gasto, basándose en ciertas suposiciones que no pueden comprobarse fácilmente, se basa principalmente en la precipitación e intensidad, de la lluvia, en la pendiente, el grado de permeabilidad y formación del terreno, etc.

Cuando se usa la fórmula racional, se supone que la máxima variación del gasto correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el gasto máximo en llegar al punto de observación considerado.

La fórmula racional se expresa comunmente en los siguientes términos: $Q = CIA$

Donde: Q = Gasto máximo probable en $m^3/seg.$

C = Coeficiente de escurrimiento, que depende de las características de la cuenca, es adimensional.

I = Intensidad de la lluvia se expresa en $cm/hr.$

A = Area de la cuenca expresada en Km^2

La fórmula es llamada racional, porque las unidades de las variables que intervienen, aunque aproximados, tienen consistencia numérica.

METODO DE ARMCO

Este método ha sido aplicado y experimentado con muy buenos resultados para calcular el escurrimiento superficial de los aeropuertos; basándose en la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{AIR}{36f}$$

Donde: Q = Gasto en m³/seg. de escurrimiento del área A

A = Area a drenar en hectáreas

I = Factor de impermeabilidad o de escurrimiento superficial.

R = Precipitación pluvial en cms./hr. medido en una hora.

f = Factor de compensación por pendiente

f = 3 para pendientes de 0.5% o menos

f = 2.5 para pendientes de 0.5% a 1%

f = 2 pendiente mayor del 1%

METODO DE SECCION Y PENDIENTE

Este procedimiento se usa para calcular el gasto máximo de las avenidas y se utiliza en aquellos casos, que, sin tener información hidrométrica se tiene conocimiento del paso de una avenida de grandes proporciones, ocurrida años atrás y que en algunos lugares del cauce, se puedan percibir las huellas del

nivel máximo del agua.

Para lo cual, en un tramo del cauce se eligen las secciones y se toman datos de campo determinando la pendiente y el coeficiente de rugosidad: con estos datos se obtiene la velocidad en cada una de las secciones por medio de la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Para calcular el valor del gasto se determinan previamente los valores del área hidráulica, perímetro mojado y radio hidráulico para cada sección transversal; aplicando así la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{A}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Donde: Q = Gasto o caudal en m³/seg.

A = Área hidráulica

n = coeficiente de rugosidad del terreno

r = radio hidráulico en mts. ($r = \frac{A}{P}$)

p = perímetro mojado

s = pendiente media

Debido a la diferencia entre los métodos descritos con relación a la cantidad de agua que debe ser desalojada, según se emplee uno u otro de los métodos señalados, la experiencia local y un buen criterio deben ser siempre aspectos importan-

tes en la toma de decisiones.

Cuando el sitio donde se ubica el aeropuerto esta formado por suelos de alta permeabilidad o autodrenantes, se evita un sistema extenso de drenaje superficial. Si por el contrario el suelo es impermeable y las filtraciones del agua superficial son despreciables, se requiere entonces de un sistema que drene satisfactoriamente el volúmen de agua que se haya estimado.

El agua superficial de las pistas, se encausa hacia los colectores por medio de una pendiente transversal no mayor del 2.0% con lo que se evita que el agua erosione la superficie de rodamiento, origine fallas y por consecuencia la interrupción del tránsito.

CONSTRUCCION DEL SUB-DRENAJE

Para captar el agua subterránea se pueden construir subdrenes interceptores, con lo que se drenan las capas saturadas y se controla el contenido de agua en las terracerías, bases y sub-bases del pavimento.

Los drenes longitudinales se colocan paralelas a la pista y al borde, son zanjas de profundidad adecuada rellenas de material permeable en cuyo fondo se coloca un tubo perforado para desalojar el agua, su misión es captar y facilitar la salida de las aguas que se filtran, por los acotamientos de los

terrenos vecinos o por nivel freático.

En la construcción de los drenes interceptores se busca una captación rápida y eficiente, lo más directa posible con lo que se evitan longitudes excesivas y diámetro de tubos inadecuados.

DRENAJE SANITARIO E INDUSTRIAL

El drenaje sanitario desaloja las aguas negras vertidas, de los edificios y el drenaje industrial evacúa las aguas de desecho, de las zonas de combustibles y húngares, las cuales antes de conducir las al exterior del aeropuerto reciben un tratamiento, para evitar contaminación de otras corrientes o eliminar el peligro, en el sitio donde se descarguen.

El drenaje sanitario, recoge y desaloja las aguas negras generadas en la instalación de los edificios del aeropuerto, este sistema lo integran una serie de atarjeas y colectores, que descargan sus aguas en fosas sépticas de tipo convencional o en la red municipal.

Si esta agua residual se descarga a una fosa séptica, después de pasar por ella, se envía a un campo de oxidación para su depurado o a una cisterna para su reuso en riego de jardines o bien llevarla al colector que las envía al exterior del aeropuerto.

El agua de desecho industrial, producto de la zona de combustible y hångares, son también recogidas por colectores, que las envían, de acuerdo a las substancias que contienen, a una planta de tratamiento o directamente al colector principal.

El tratamiento de las aguas negras e industriales, se pueden hacer por neutralización, tratamientos primarios y en algunos casos llegar hasta una etapa avanzada para eliminar los productos químicos. La finalidad primordial es eliminar los componentes dañinos y contaminantes del agua a fin de hacerla menos agresiva y peligrosa. Un tratamiento eficaz hará menos peligroso el desecho de estas aguas, al desalojarlas del aeropuerto.

CONCLUSIONES

- 1.- La idea principal de esta tesis, consiste en presentar un panorama general del proceso constructivo de un aeropuerto y la importancia que representa el personal técnico y especialista que intervienen en su construcción, así también se resaltan los aspectos más relevantes de los sistemas que lo componen.
- 2.- Es muy importante buscar que las obras se ejecuten con apego al programa establecido, vigilando especialmente el proceso de construcción, las normas y sus especificaciones, tratando de aprovechar la mano de obra y los materiales propios de la región, donde se ejecuta la obra.
- 3.- La posición que ocupa el campo de la ingeniería civil en nuestro país y en el mundo, se debe en gran parte a la experiencia obtenida en la construcción de grandes proyectos. Pero para mantener y superar este nivel, se requiere de la capacitación de los profesionistas y técnicos, de su actualización constante y de un gran sentido de responsabilidad.
- 4.- El desarrollo acelerado y la demanda del transporte aéreo obliga cada día a mejorar y construir nuevos aeropuertos, acordes a las necesidades del usuario. Que representen para él mejor servicio, mayor rapidez y máxima seguridad.

Esto, sólo se puede lograr a través de una capacitación - continua del personal y de sus ejecutivos.

- 5.- Finalmente, es importante recordar que el desarrollo de - grandes proyectos, sólo se logran a través de equipos multidisciplinarios de trabajo y de técnicas adecuadas de - programación.

BIBLIOGRAFIA

- " AERODROMOS " ANEXO 14 - 1983
O A C I
- " LOS FUNDAMENTOS SOBRE LA INGENIERIA DE TRANSPORTE "
HENNES ROBERT
- " PLANNING AND DESIGN OF AIRPORTS "
ROBERT HORONJEFF
- " APUNTES SOBRE AEROPUERTOS "
ING. FEDERICO DOVALI RAMOS
- " DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO "
BRESLER, LIN, SCALZI
- " ASPECTOS FUNDAMENTALES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO "
OSCAR GONZALEZ CUEVAS, FRANCISCO ROBLES,
JUAN CASILLAS, ROGER DIAZ
- " INGENIERIA DE CARRETERAS Y AEROPUERTOS "
ADRIAN R. LEGAULT
- " MECANICA DE SUELOS " TOMO III
JUAREZ BADILLO - RICO RODRIGUEZ
- " MANUAL DEL INGENIERO CIVIL "
FEDERICK S. MERRIT.