FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

ASA - UNAM - OACI

29 AGOSTO - 28 OCTUBRE DE 1994

M A T E R I A L
D I D A C T I C O

ING. MARIO BADILLO

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

(7) Quick Relief Valves (QRV)

The QRV is equipped in the Hydrant Pit at Apron Area.

The fuel oil is charged to the Jetliners from this QRV through the hose. The outlet size of QRV, which is connected to the hose, is different for each kind of fuel, which means that a valve for a specified fuel cannot be connected to a hose for the other fuel.

The QRV is opened (or shut) by hand lever. In case of shutting the valve, it requires over 3 seconds, which is effective to soften serge pressure in the pipelines.

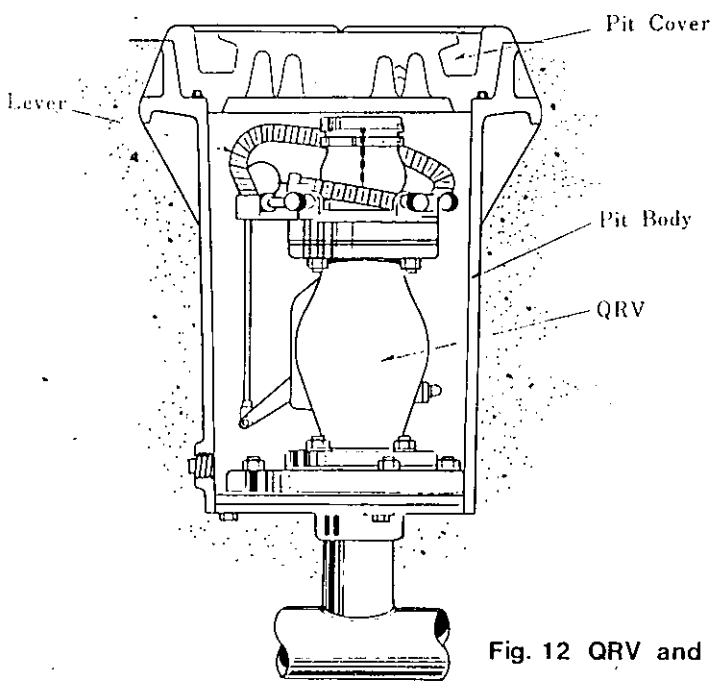


Fig. 12 QRV and Pit

(8) Gauges for Tanks

1. Level Gauges

Level gauges of remote control type (required preciseness; ±1%) are used for controling the fuel quantity in the tanks.

2. Temperature Gauges

Remote control type temperature gauges are applied to catch average temperature of tank inside.

(9) Other Instruments

1. Pressure Transmitter

To transmit the variation of pressure into electric input form, and transfer it to pressure indicator and recorder.

2. Flow Rate Transmitter

To transmitter the variation of pressure drop at Ventury or Orifice into electric input form, and transfer it to flow indicator and recorder.

3. Pressure Indication and Recording

The Input from Pressure Transmitter is transfered to Sequence Controller to operate the pumps.

4. Flow Indication and Recording

The input from Flow Rate Transmitter is transfered to Sequence Controller to operate the pumps (2nd pump and thereafter).

5. Emergency Stop Devices

Push buttons system are adopted near Hydrant Pits and at the other major parts for emergency stop of all fueling pumps.

(4) Filter Separators

Filter Separators are located on several steps in Jet fuel receiving and distributing pipelines.

The water emulsion contained in the fuel is condensated and eliminated through the 1st Elements, then complete removal of water and imperities (5 micron and over) is realized at the 2nd Elements.

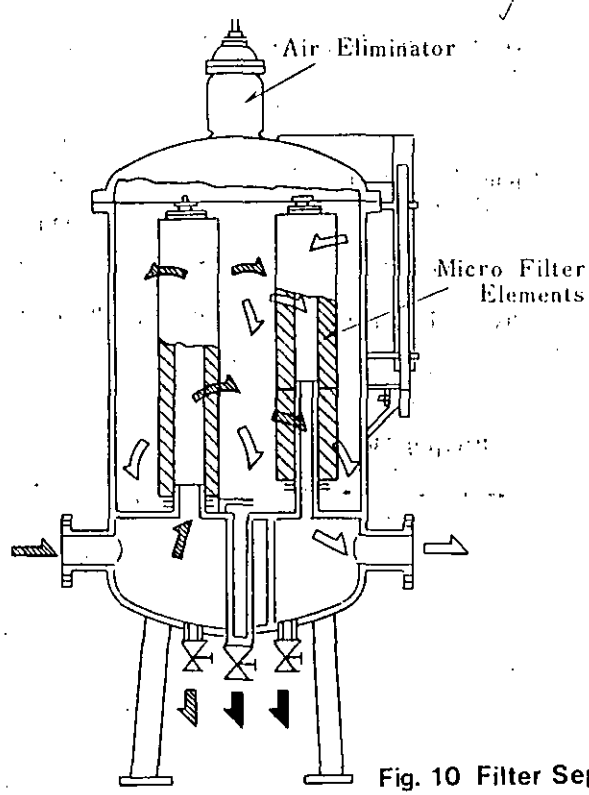


Fig. 10 Filter Separator

(5) Air Eliminators

Air Eliminators are installed to Micro-Filters and Filter Separators to automatically eliminate the air remained in the pipeline.

(6) Accumulators

The accumulators are installed near the ends of pipelines to absorb the shock happened when the fuel transportation is suddenly stopped.

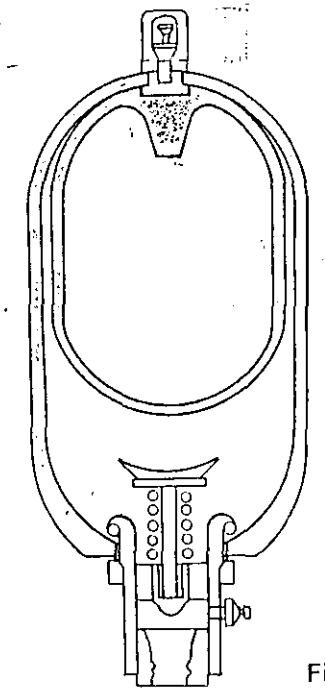


Fig. 11 Accumulator

Major Equipments

The Hydrant Fueling System is consist of the following major equipment:

(1) Pumps

The pumps for Hydrant Fueling are required to have the following features:

1. Comparatively high pressure head, for the reason of long distance fuel transportation between the pumps and Hydrant Pits.
2. Large capacity, for the reason that the pump must serve for fueling at multi Hydrant Pits.
3. Frequent Stop-Start operation.
4. Flat Efficiency, for the reason of large quantity transportation and parallel operation.

The pumps must be selected considering the above requirements, as well as its economy in investment and operation.

Type of such pumps is generally centrifugal Pumps.

(2) Wire-Netting Strainers

Wire-Netting Strainers of 100 through 250 Mesh are equipped at the pipeline inlets and pump inlets.

(3) Micro-Filters

Micro-Filters are used for completely eliminating the impurities of over 5 micron.

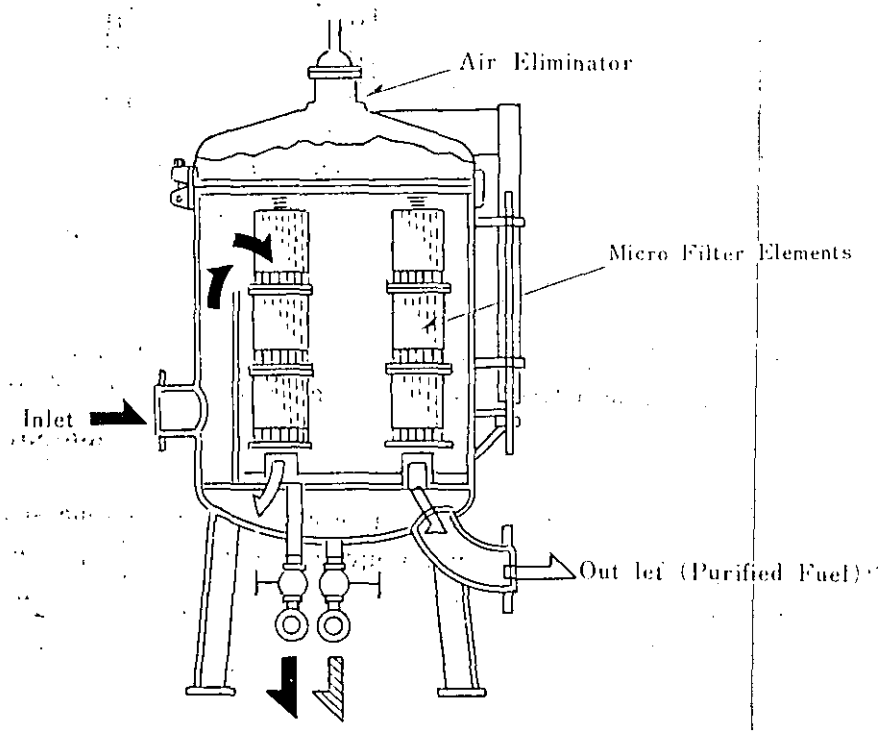


Fig. 9 Micro-Filter

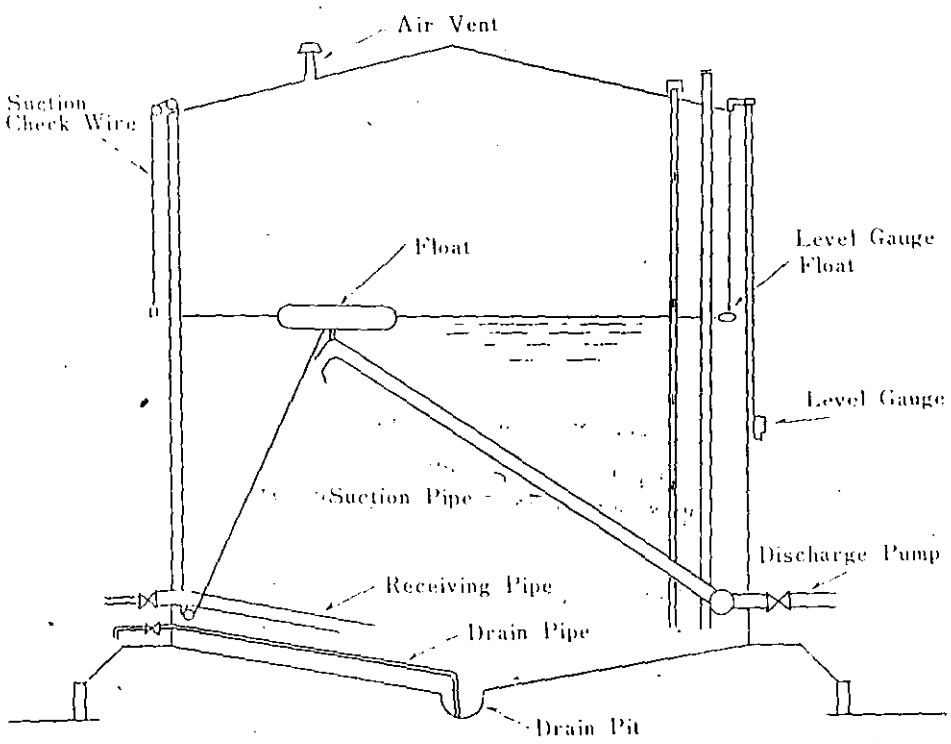


Fig. 7 Receiving Tank & Storing Tank

(3) Distributing (Fuel Service) Facilities.

Fuel oil distribution to each Hydrant Pit on Apron Area is made using pipelines. While, if required, a Fueler System using Tank lorries is also installed few fueling at Maintenance Area.

(4) Distributing Pumps.

Distribution Pumps must be designed so as to supply the required quantity of fuels to the Jetliner on Apron Area with specified pressure and fluid velocity. The pumps for these purpose are also installed forecasting kinds and numbers of aircraft and kinds of fuels in future peak time.

(5) Distribution Pipelines

The diameter of pipes used is decided considering maximum fluid capacity (for present and future peak time), pressure drop, maximum velocity and economy, etc.

Each pipeline of different purpose is classified and used considering the specified inner pressure, laying conditions, etc.

(6) Measurement Facilities

The quantity of one fueling is measured by flow meter of Hydrant Servicer, the preciseness of which meter is within ±0.2% in volume.

Periodical checking for measurement is carried out supposing the same conditions as those of substantial fueling situation.

(1) Receiving Devices

The fuels are received from Tank Lorries, Tank Cars, Small Size Oil Tankers or Pipelines at the inlet of SYSTEM.

The unloaded fuels are stored in the receiving tanks through several number of unloading pipes which are installed for each kind of fuel.

The capacity of receiving facilities is must be decided also considering increasing demand in future.

1. Tank Lorry Method

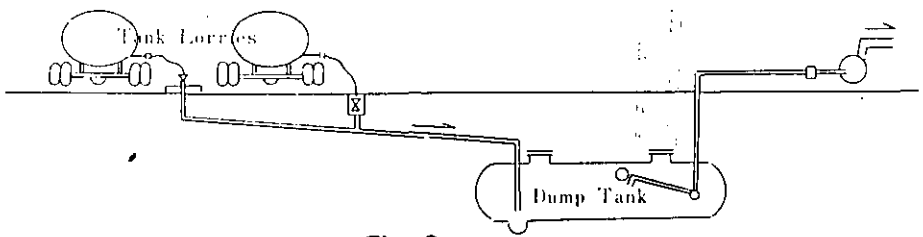


Fig. 3

2. Tank Car Method

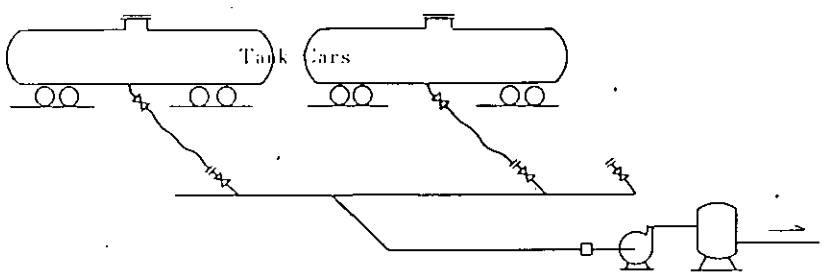


Fig. 4

3. Oil Tanker Method

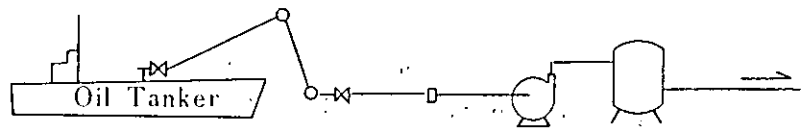


Fig. 5

4. Pipeline Method

A long distance pipeline is possibly laid between a local oil terminal to the receiving tanks.

Specifications of Hydrant Fueling System

The Hydrant Fueling System is consist of the following facilities.

(1) Receiving devices
(2) Tanks
(3) Distributing (Fuel Service) Facilities
(4) Distributing Pumps
(5) Distribution Pipelines
(6) Measurement Facilities
(7) Instrumentation
(8) Electricity
(9) Fire Extinguishing facilities
(10) Buildings
(11) Other Facilities

Fig. 2 Hydrant Fueling System.

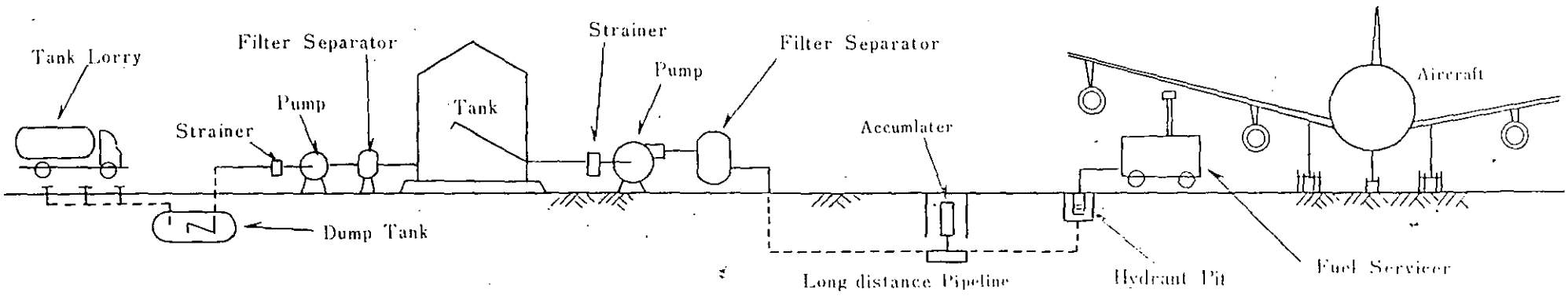
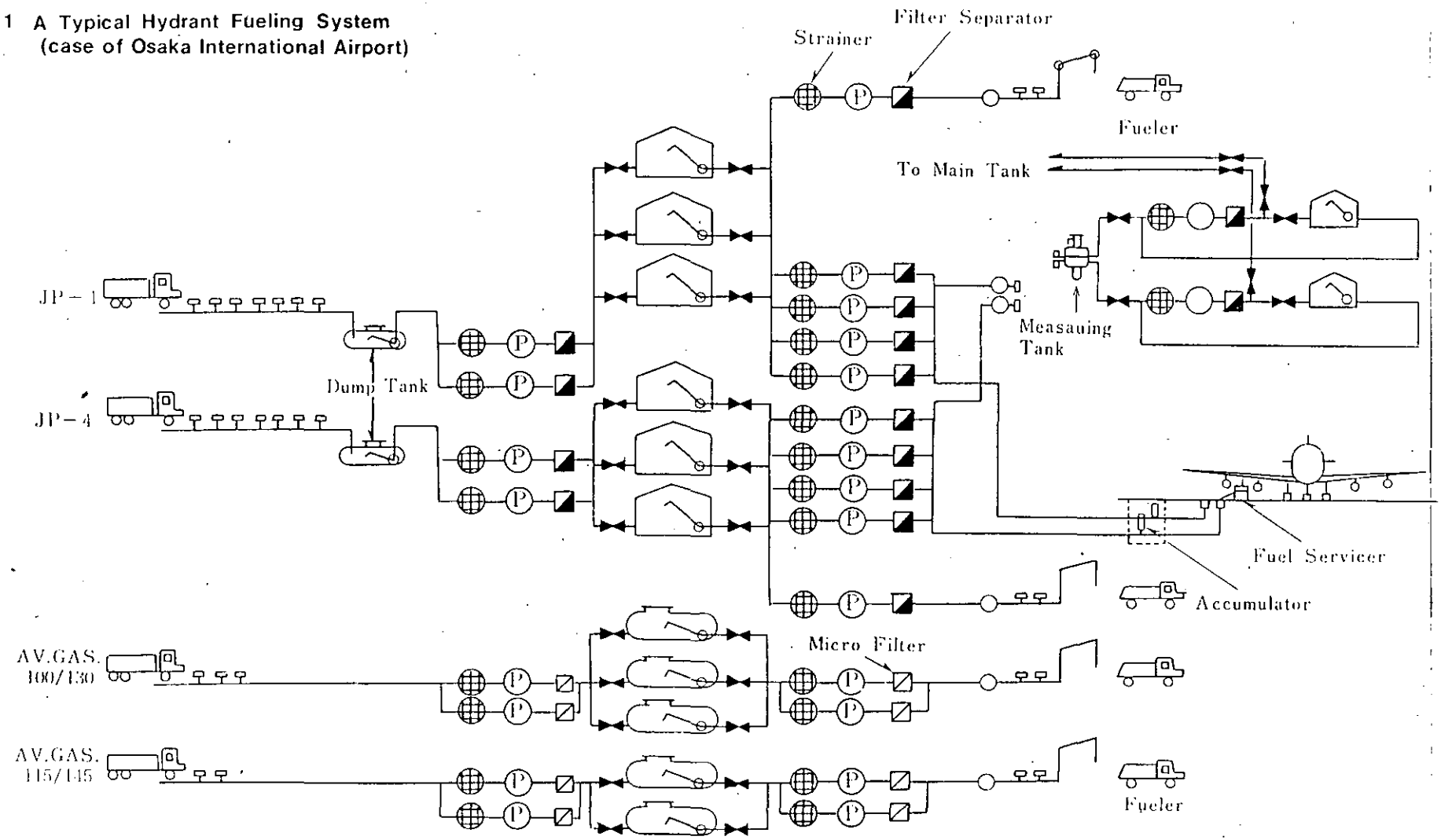
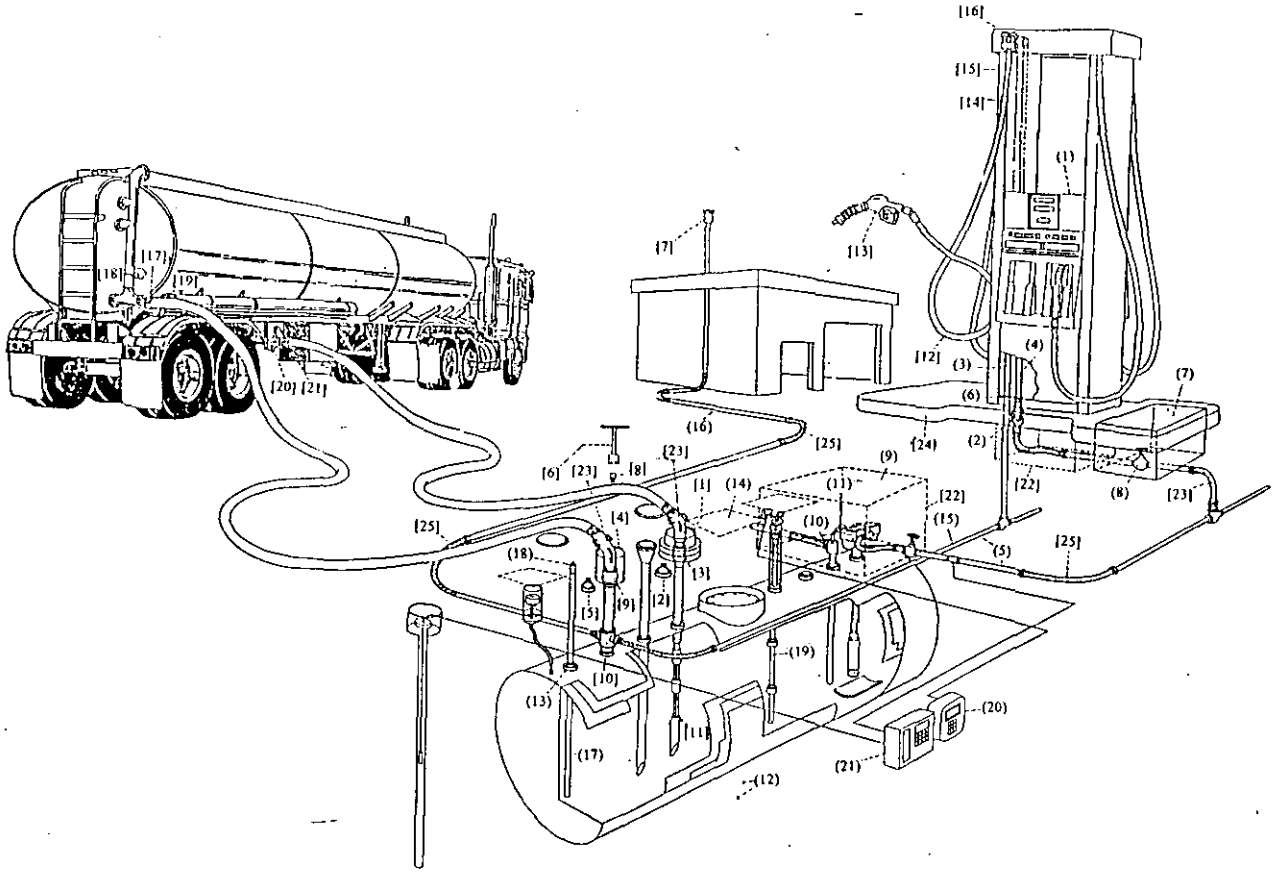


Fig. 1 A Typical Hydrant Fueling System
(case of Osaka International Airport)



(1) Dispensario de combustible Bennett Serie 7000
(2) Válvula de emergencia 662-M
(3) Tubería galvanizada cedula 40 de 1"
(4) Tubería galvanizada cedula 40 de 1 1/2"
(5) Tubería galvanizada cedula 40 de 2"
(6) Tuerca Unión
(7) Registro
(8) Válvula de compuerta
(9) Lámina anti-derrapante
(10) Sifón 2"
(11) Tubo de cobre 3/8
(12) Arena inherte a la acción corrosiva
(13) Reducción bushing de 4"-2"
(14) Precolado
(15) Tubería para recuperación de vapores
(16) Tubería de venteo
(17) Purga de 2"
(18) Tapón capa
(19) Sonda
(20) Consola para inventario electrónico de tanques (auto stick)
(21) Sistema detector de fugas



ACCESORIOS PARA RECUPERACION DE VAPORES

Pieza	Número de parte	Descripción
[1]	705-5	Contenedor anti-derrame 5 gal. con tapa de fierro marca EBW
[2]	777-202-01	Tapa superior de sellado de 4",marca 4"
[3]	778-100-01	Adaptador de tubo de llenado de 4" x 4" marca EBW
[4]	781-212-08	Registro de 12" con tapa de fierro marca EBW
[5]	304-301-01	Tapa de 4" para válvula check de vapores marca EBW
[6]	321-100-01	Llave extractora para válvulas de venteo marca EBW
[7]	808-303-01	Ventila de presión/vacío de 2", marca EBW
[8]	391-201-01	Tapón macho para prueba de hermeticidad, marca EBW
[9]	300-300-02	Válvula Check de 4" x 4" para vapores, marca EBW
[10]	340-300-01	Válvula de venteo de extracción de 4" x 4" x 2" x 2", marca EBW
[11]	708-410	Tubo de llenado de cierre automático para tanques hasta 3.0 mts. de diámetro, marca EBW
	708-411	Tubo de llenado de cierre automático para tanques hasta 3.65 mts. de diámetro, marca EBW
[12]	7574-B-TF-28-156	Manguera coaxial de 5/8" para gasolina (con conexiones), marca Dayco
[13]	5010	Pistola coaxial de 3/4" para gasolina magna,marca Husky
	5110	Pistola coaxial de 3/4" para gasolina magna,marca Husky
[14]	3030	Válvula coaxial de rotura de 3/4" con guarda, marca Husky
[15]	2715	Tramo de manguera coaxial para válvula de rotura de 12", marca Husky
[16]	N-543101	Válvula separadora para recuperación de vapores marca Bennett
[17]	774-CV	Cople para manguera extractora, marca EBW
[18]	302	Adaptador para recuperación de vapores en pipas, marca EBW
[19]	304	Tapón para adapatdor de 4", marca EBW
[20]	880-405	Adaptador para carga por abajo, marca EBW
[21]	880-410-3"	Adaptador para descarga por gravedad, marca EBW
[22]	S/N	Contenedor anti-derrame
[23]	880-460	Codo de descarga dual, marca EBW
[24]	S/N	Isla metálica, marca Environ Formex (tipo hueso de perro)
[25]	S/N	Tubería flexible,marca Titeflex

SISTEMA I.G.M.
PARA RECUPERACION
DE VAPORES
FASE I Y II

DETALLE DE INSTALACION
DE SISTEMA DE CONTROL
REMOTO PARA ESTACIONES
DE SERVICIO

Industrias
GUILLERMO
MURGUIA, S.A. de C.V.
Blvd Manuel Avila Camacho # 315
C.P. 53560 Naucalpan de Juárez
Edo. de México
Tels 5 76 38 44 5 76 33 95 Fax 5 36 82 30 53

SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES

(Fase I y II)

Ing. Angel Chávez

Empresa ya con varios años de experiencia en el ramo gasolinero y preocupada actualmente por el problema de la contaminación, pone a sus órdenes el sistema más completo de recuperación de vapores, mismo que va desde el dispensario y tubería que componen la fase I, seguido del carro tanque que viene a completar la fase II.

FASE I.

DISPENSARIO

(Surtidor a control remoto)

Debe llevar un sistema interior para recuperar los vapores que provienen del tanque de combustible y otro "Kit" (juego de conversión) de conversión para mangueras y pistolas, exterior al dispensario para adaptarse al mismo.

El "Kit" interior baja de un tubo de cobre por manguera para mandar los vapores a la tubería de recuperación (3).

El kit de mangueras coaxiales consta de manguera con doble pared y una válvula venturi en el interior para el regreso de gasolina, así la recuperación de vapores por diferencia de presión de vacío [12].

La pistola coaxial viene adaptada con un fuelle de hule que sella con la boca del tanque de combustible del automóvil [13].

El "kit" de válvula coaxial colocado en la parte superior del dispensario, separa la gasolina del vapor dentro del mueble [16].

Ventaja:

* Esta modificación es requerida para conservar el medio ambiente y no contaminar.
* Es indispensable que dicha modificación al dispensario se realice en las estaciones de servicio que estén localizadas en Monterrey, Guadalajara, Puebla y México, aunque la Ley no dice nada al respecto, pero Petróleos Mexicanos sí las especifica para las estaciones con franquicia de 3 estrellas y deberá ser obligatorio.

Deben contar con válvula "SHUTT OFF" o de emergencia para evitar fugas e incendios en toda la gasolinera, ya que cuenta con una placa de estaño que se suelta al golpe brusco o que se funde con poco calor (2). El arreglo puede llevar una válvula de cierre rápido o no, que consiste de una pieza que se coca en manguera sencilla o coaxial (en el de que un automóvil quiera darse a la fuga sin haber pagado) [14].

Ventaja: La válvula al sentir el jalón de la manguera se cierra para evitar el derrame.

TUBERIA

Se dispone de conexiones flexibles para las vueltas,conexiones y uniones en tuberías que son principalmente las causantes del 75% de los derrames en el subsuelo y de contaminación [25].

Estos se adaptan en las vueltas de la tubería rígida de acero al carbón, en la que llega al dispensario y en la bomba sumergible que está en el tanque.

Existe la opción de doble pared para contener posibles derrames.

1.- FIBRA DE VIDRIO: En 2", 3" 4" y 6" de diámetro, esto es, que puede ir aparejada una de 2" dentro de una de 3" o una de 3" dentro de una de 4" y así.

Esta tubería tiene conexiones de 45° y 90° y se adapta a través de conexiones flexibles al dispensario y a la bomba sumergible.

Ventaja:

* Es la más impermeable y resistente a la corrosión con cierta flexibilidad.

2.- FLEXIBLE DOBLEMENTE CONTENIDA: La presentación viene en 1.5" de diámetro (primaria)dentro de una de 3.8" de diámetro (secundaria). Se adapta con acoplamientos en "T" o de 90° tipo codo dentro de contenedores de derrames a base de plástico (9), Es de alta resistencia a la corrosión y a los combustibles.

Ventaja:

* Totalmente flexible, no requiere de trincheras para su instalación, y no lleva ninguna conexión exterior.

SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN TANQUES "AUTO STICK"

Se controla a través de monitores electrónicos con displays digitales que se conectan a sondas según el tamaño del tanque que cuentan con flotadores, uno para sensar el agua en el tanque y otro para el combustible.

Ventaja:

* Conocer en todo momento a través de la pantalla y de ticket impreso en el monitor, la cantidad de combustible y agua que existe por tanque y hasta de 8 tanques a la vez.

Las pruebas de hermeticidad que PEMEX inspecciona cada 6 meses, podrán llevarse acabo cada 2 años y con esto lograr un considerable ahorro.

ACCESORIOS Y TAPAS EN TANQUES

Son registros y válvulas de cierre automático para mantener el sistema completamente cerrado y evitar fuga de vapores. [7]

Así mismo se requiere de una válvula de presión-vacío que ajusta la presión que ejercen los vapores en el tanque.

FASE II.

CARRO TANQUE

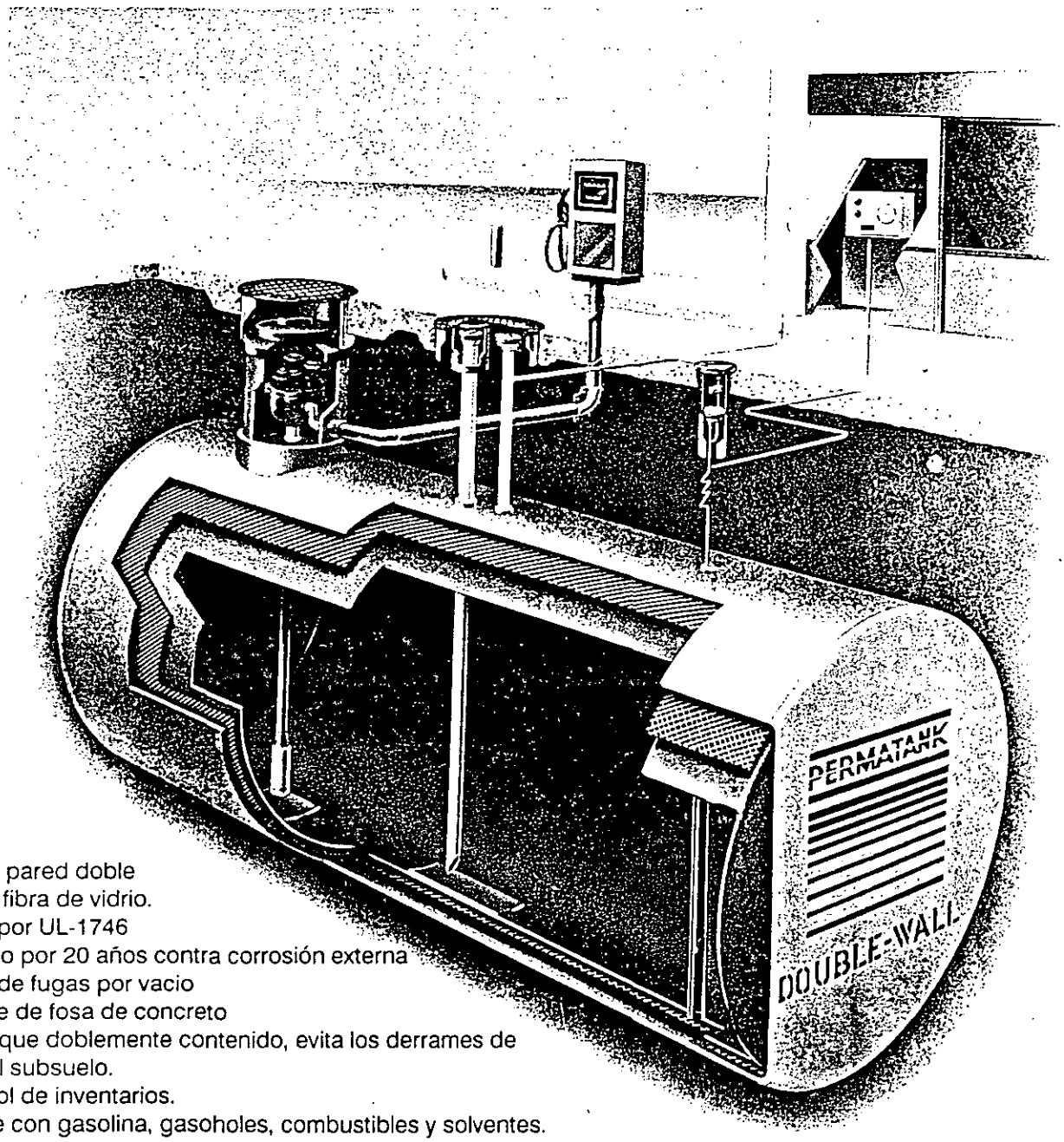
Este se lleva los vapores en el momento en que descarga el combustible dentro del tanque, balanceando la cantidad de vapor que se desplaza por la entrada de gasolina en el tanque enterrado.

Se requiere de adaptación en el carro tanque para carga por abajo con accesorios especiales (válvulas,coples,etc.) que el dueño del camión tiene que hacer [20,21].

Una vez que el camión se lleva los vapores pueden hacerse 2 cosas en el centro de distribución de PEMEX:

a) Quemar los vapores
b) Congelar los vapores para condensarlos en gasolina nuevamente. ●

PERMATANK : La Solución Permanente



- Tanque de pared doble de acero y fibra de vidrio.
- Aprobado por UL-1746
- Garantizado por 20 años contra corrosión externa
- Monitoreo de fugas por vacio
- No requiere de fosa de concreto
- Por ser tanque doblemente contenido, evita los derrames de producto al subsuelo.
- Total control de inventarios.
- Compatible con gasolina, gasoholes, combustibles y solventes.
- Cumple y/o excede las regulaciones ecológicas de SEDESOL y PEMEX.
- Producto del Año 1991, seleccionado por Popular Science.
- Si eventualmente fuga, usted sabe cúando y qué tanque está averiado.
- Calidad exportación.
- No requiere de preparación previa al soterrado.
- No contamina.
- No requiere de la prueba de hermeticidad.
- Compatible para usar sistemas de monitoreo de fugas electrónico y de recuperación de vapores.
- Subfranquiciante PEMEX SBF-001

SVIROPO MEXICANA, S.A. DE C.V.

Cadereyta # 13-A Col.H.Condesa México,D.F. 06100
Tel: 2.11.91.74 2.86..97.02 Fax: 2.56.27.29

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

ASA - UNAM - OACI

29 AGOSTO - 28 OCTUBRE DE 1994

MATERIAL DIDACTICO

Arq. Roberto Sosa Garrido
Palacio de Minería
México, D.F.

Fig. 6.5 DIAGRAMA DEL PMS PARA AEROPISTAS

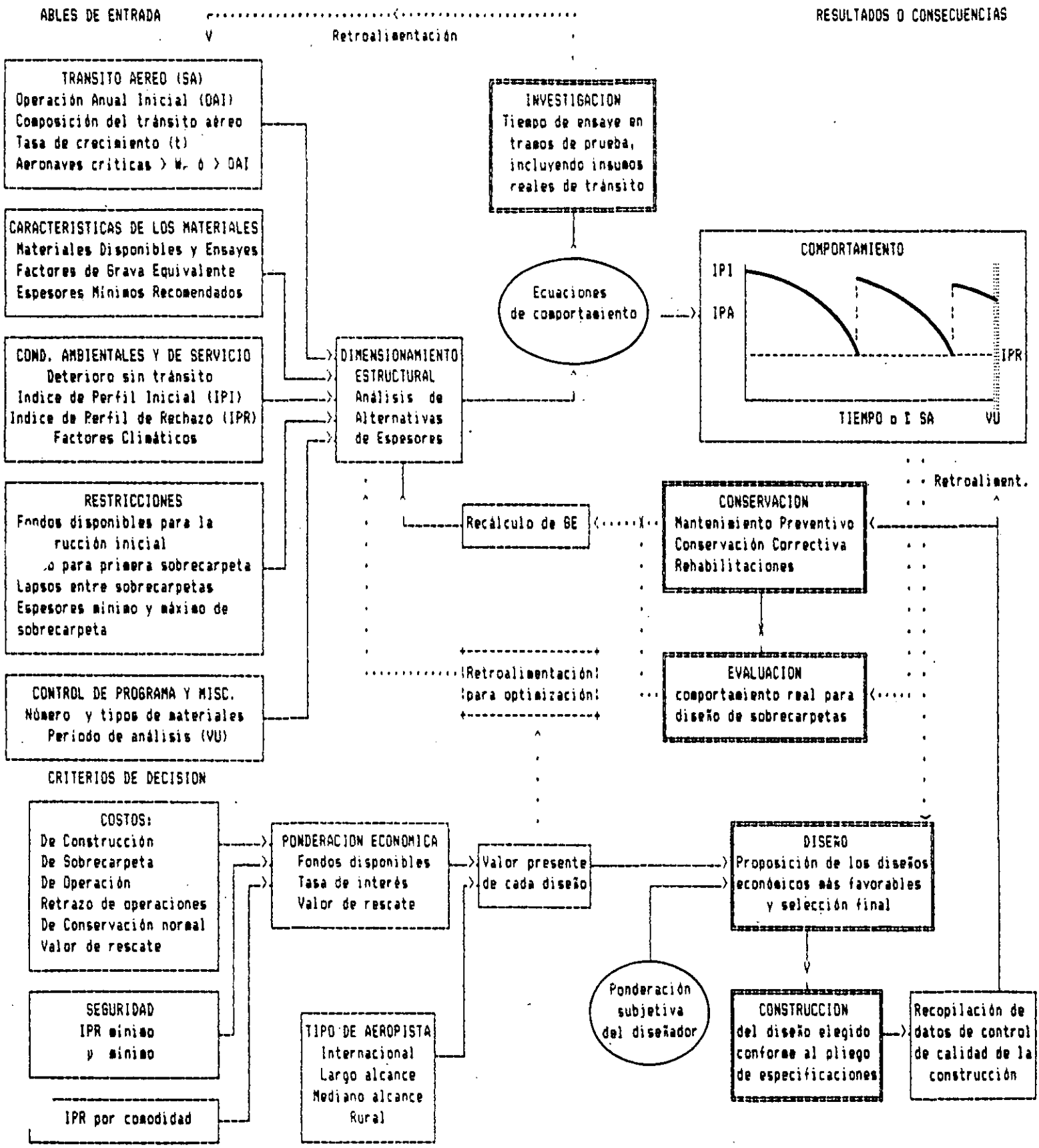


Fig.6.6 PROCESO PARA DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

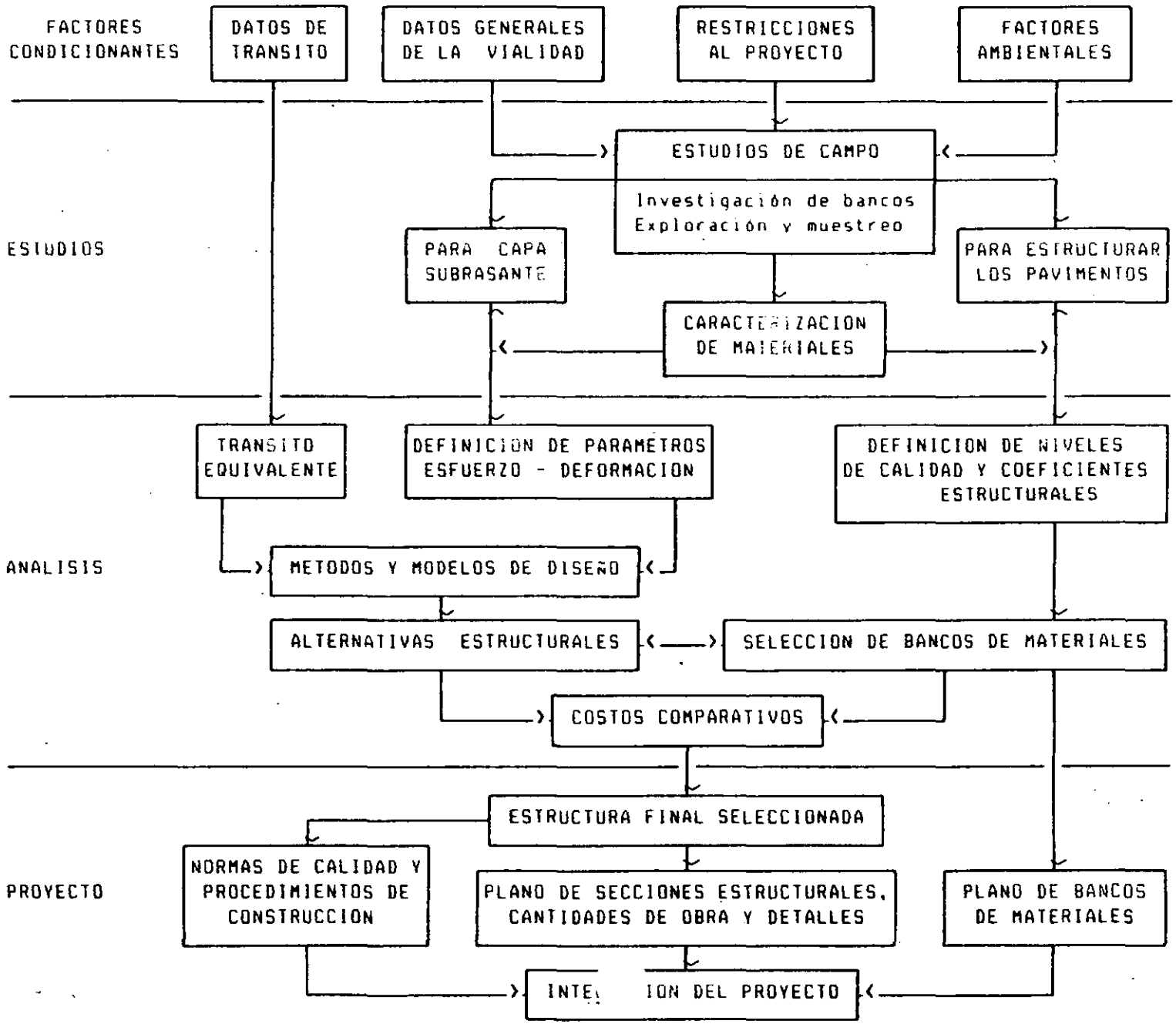
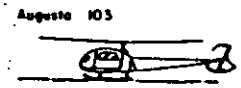
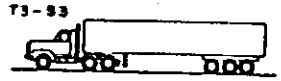
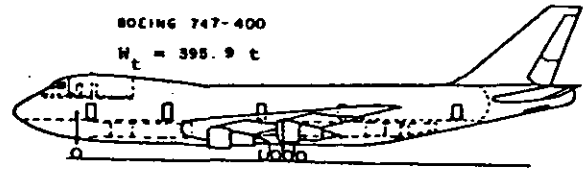
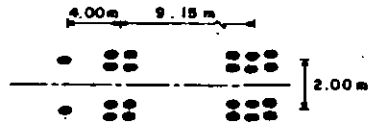
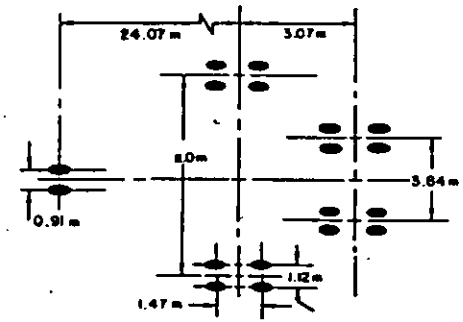


FIG. 6.8 COMPARACION ENTRE LOS FACTORES DEL TRANSITO QUE AFECTAN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CARRETERAS Y AERODROMOS

FACTORES		CARRETERAS	AERODROMOS
Magnitud de las cargas	por elemento, en t por rueda, en t	0.8 a 22.5, por eje 0.4 a 5.0, por rueda	0.24 a 95.42, por pierna 0.24 a 23.90, por pierna
Presión de inflado máxima		5.8 kg/cm²	15.9 kg/cm²
Vehículo tipo	más ligeros	 Peso total W_t = 2 t	 W_t = 0.48 t
	más pesados	 W_t = 59 t	
Configuraciones y disposiciones más críticas de las llantas			
Número de elementos de descarga		de 2 a 6 ejes (4 a 12 ruedas)	de 3 a 5 piernas (3 a 18 llantas)
Elemento de diseño		Eje sencillo de 8.2 t; P_c=5.8 kg/cm²	Aeronave más frecuente (DAI) o con peso por llanta mayor (Wr)
Velocidad máxima de circulación		150 kph	300 kph
Efecto del impacto		Hasta dos veces la carga estática	Intrascendente
Vida útil normal de proyecto		15 años (pavimento asfáltico) 30 años (pavimento de concreto)	20 años (pavimento asfáltico) 20 años (pavimento de concreto)
Geometría de rodamiento		2.75 m s 3.65 m, por carril	23 m, rodajes; 45 m, aeropistas; > 80 m plataformas
Frecuencia de cargas	por capacidad acumuladas	hasta 2000 automóviles por hora 10^5 a 10^8 ejes estándar de 8.2 t	de 45 a 99 operaciones por hora $25x10^4$ a $5x10^5$ salidas de la aeronave de diseño
Banda crítica de rodamiento		de 20 a 70 cm de la orilla externa	en la franja central de 15 m de ancho de los rodajes

ANALISIS DE TRANSITO AEREO METODO DE LA OACI
AEROPUERTO:

A. DATOS

B. ANALISIS

27. 4.1994

AERONAVE MODELO	TREN TIPO	PESOS(t) Wb BRUTO	Wp PIERNA	Wr RUEDA	TRANSITO INICIAL OAI	r	OPERAC ANUAL P/Y	AERONAVE +FREC CTYP-?	SAE	AERONAVE >PESO CTYP-?	SAE	SPECIAL CTYP-?	SAE
DC-3 o <	TYP-2	11.43	5.35		0	0.0%							
B-737-100	TYP-4	44.36	20.50		0	0.0%							
DC-9-21	TYP-4	45.81	21.62		0	0.0%							
DC-6A/B	TYP-4	48.52	21.35		0	0.0%							
DC-9-41	TYP-4	52.16	24.33	12.17	630	8.0%	1,442	1,442	658	865	125	865	816
B-737-200	TYP-4	52.62	23.94		0	0.0%							
B-737-200P	TYP-4	58.33	26.83		0	0.0%							
DC-9-81	TYP-4	63.96	30.57	15.29	840	7.0%	1,722	1,722	1,722	1,033	259	1,033	2,235
DC-9-82	TYP-4	67.13	32.00		0	0.0%							
B-727-100	TYP-4	77.11	34.85		0	0.0%							
B-727-200N	TYP-4	78.50	36.25		0	0.0%							
B-727-200P	TYP-4	95.25	43.91	21.96	840	5.0%	1,389	1,389	5,839	833	634	833	7,756
B-757-200	TYP-8	109.32	49.52	12.38	313	4.0%	466	777	399	466	84	466	466
B-767-200	TYP-8	141.52	63.37		0	0.0%							
B-707-320B	TYP-8	148.80	68.44		0	0.0%							
B-707-320C	TYP-8	152.41	71.17		0	0.0%							
DC-8-63	TYP-8	162.39	77.30		0	0.0%							
CONCORDE	TYP-8	185.07	88.80		0	0.0%							
DC-10-10	TYP-8	196.41	92.61	23.15	365	8.0%	835	1,392	7,392	835	756	835	9,896
DC-10-30	TYP-8	253.11	95.42	23.86	183	2.0%	222	371	1,618	222	222	222	1,811
B-747-100B	TYP-8	334.75	77.33		0	0.0%							
B-747-200B	TYP-8	352.90	83.28		0	0.0%							
B-747-200F	TYP-8	379.20	86.08		0	0.0%							
B-747-400	TYP-8	395.90	92.75	23.19	104	3.0%	140	233	823	140	130	140	863
B-757-200		SUMAS			3,275		6,215	7,324	18,451	4,394	2,210	4,394	23,843

ANALISIS DE TRANSITO AEREO. METODO DE LA PCA
PROYECTO: AEROPUERTO DE LOS CABOS, B.C.N.
27. 4.1994

AERONAVE MODELO	TREN TIPO	PESOS (t) Wb BRUTO	Wp PIERNA	Wt TREN	TRANSITO INICIAL OAI	r	OPERACS TOTALES OPT	FRC TAXI WAY	REPETCS REALES RR
DC-3 o <	TYP-2	11.40	5.35	10.70	0	0.0%		0.12	
DC-6A/B	TYP-4	48.50	21.35	42.70	0	0.0%		0.40	
DC-9-21	TYP-4	45.80	21.60	43.20	0	0.0%		0.40	
DC-9-41	TYP-4	52.20	24.33	48.66	630	8.0%	28,830	0.41	11,820
DC-9-81	TYP-4	64.00	30.57	61.14	840	7.0%	34,436	0.41	14,119
B-727-100	TYP-4	77.10	34.85	69.70	0	0.0%		0.41	
B-727-200N	TYP-4	78.50	36.25	72.50	0	0.0%		0.41	
B-727-200P	TYP-4	95.30	43.91	87.82	840	5.0%	27,775	0.41	11,388
B-757-200	TYP-8	109.30	49.52	99.04	313	4.0%	9,321	0.83	7,736
B-767-200	TYP-8	141.50	63.37	126.74	0	0.0%		0.83	
B-707-320B	TYP-8	148.80	68.44	136.88	0	0.0%		0.83	
DC-8-63	TYP-8	162.40	77.30	154.60	0	0.0%		0.83	
CONCORDE	TYP-8	185.10	88.80	177.60	0	0.0%		0.83	
DC-10-10	TYP-8	196.40	92.61	185.22	365	8.0%	16,703	0.57	9,521
DC-10-30	TYP-8	253.10	95.42	190.84	183	2.0%	4,446	0.58	2,579
B-747-100B	TYP-8	334.70	77.33	309.32	0	0.0%		0.58	
B-747-200B	TYP-8	352.90	83.28	333.12	0	0.0%		0.58	
B-747-400	TYP-8	395.90	92.75	371.00	104	3.0%	2,795	0.58	1,621
		SUMAS			3,275		124,306		58,784

TABLA 6.6 UTILIZACION DE DIVERSOS SUELOS EN LAS ESTRUCTURAS VIALES

SIMBOLO SUCS	SUELOS TIPICOS	COMPORTAMIENTO EN SU EMPLEO COMO			PROPIEDADES IMPORTANTES		
		TERRAPLEN	SUBRASANTE	SUPERESTRUCTURA	COMPACTABILIDAD	DEFORMABILIDAD	PERMEABILIDAD Y DRENAJE
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena limpias	Muy alta estabilidad	Excelente	Muy bueno	Buena	Prácticamente nula	Permeable, muy buen drenaje
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena limpias	Alta estabilidad	Bueno a excelente	Bueno a regular	Buena	Prácticamente nula	Permeable, muy buen drenaje
GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	Estable	Bueno	Bueno ‡‡ a regular ‡	Buena	Muy ligera	Semipermeable drenaje regular
GC	Gravas arcillosas mezclas de grava, arena y arcilla	Estable	Bueno	Regular ‡‡ a malo	Buena a regular	Ligera ‡	Poco permeable, mal drenaje
SW	Arenas bien graduadas, mezclas de arena y grava limpias	Estable erosionable	Bueno	Regular a bueno ‡‡	Buena a regular	Prácticamente nula	Permeable buen drenaje
SP	Arenas mal graduadas, mezclas de arena y grava limpias	Estable erosionable	Regular a bueno	Malo a regular ‡‡	Buena a regular	Pácticamente nula	Permeable buen drenaje
SM	Arenas limosas, mezclas de arenas, grava y limo	Estable erosionable	Regular a bueno ‡	Regular ‡ a bueno ‡‡	Buena	Ligera	Poco permeable, mal drenaje
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena, grava y arcilla	Estable	Regular a bueno ‡	Malo ‡ a bueno ‡‡	Buena a regular	Ligera a media ‡	Impermeable, mal drenaje
ML	Limos inorgánicos, poco plásticos y limos arenosos o arcillosos	Poco estable erosionable	Regular a malo	No debe usarse	Buena a mala	Ligera a media ‡	Impermeable, mal drenaje
CL	Arcillas, de baja o mediana plasticidad, arenosas o limosas	Estable	Regular a malo	No debe usarse	Regular a bueno	Media	Impermeable, mal drenaje
OL	Limos y arcillas limosas, de origen orgánico, de baja plasticidad	Inestable no se use	Malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Media a alta ‡	Impermeable, mal drenaje
MH	Limos inorgánicos, elásticos, micáceos o diatomáceos	Inestable no se use	Malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Alta	Impermeable, mal drenaje
CH	Arcillas inorgánicas, de alta plasticidad	Poco estable	Muy malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Muy alta	Impermeable, mal drenaje
OH	Arcillas o limos orgánicos de mediana a alta plasticidad	Inestable no se use	Muy malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Alta	Impermeable, mal drenaje
Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	No debe usarse	No debe usarse	No debe usarse	No debe usarse	Muy alta	Semipermeable drenaje regular

Se consideran como superestructura las capas de sub-base y base en pavimentos o de sub-balasto y balasto, en vías férreas

‡ El comportamiento de estos materiales depende de la calidad y/o contenido de finos

‡‡ Se puede mejorar el comportamiento de estos materiales si se emplean agentes estabilizadores como la cal, cemento Portland o productos asfálticos.

Tabla 6.10.1 Características estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Subrasante	Suelos no plásticos (GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, CL, ML)	Granulometría	Tamaño máx. (cm)	7.6
			% de Finos	< 25
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 30
			Indice Plástico (I_p, %)	< 10
		Compactación	AASHTO estándar (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 20
		Deformabilidad	Expn. ensaye de CBR (%)	< 2
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	50
Sub-base granular (SB)	Grava poco limosa (GW-GM) Grava triturada (GW)	Granulometría (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	5.1
			% de Finos	< 15
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 20
		Compactación	AASHTO modificada (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 40
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 40
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	15
Base granular de pavimentos asfálticos y sub-base de pavimentos de concreto (BG)	Grava triturada, bien graduada (GW)	Granulometría (fig. 6.31)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	< 10
			Zona granulométrica	1 ó 2
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 50
		Compactación	AASHTO modificada (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 100
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 40
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	20

Tabla 6.10.2 Caracteristicas estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Base (BTL)	Suelos estabilizados con cal (GP, GM, GC, SP, SM, SC)	Granulometria (MN) (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	15 a 30
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad (MN)	Limite Liquido (w_L, %)	> 30
			Indice Plástico (I_p, %)	> 10
			Equivalente de arena (%)	< 30
		Compactación (ME)	AASHTO modificada (%)	> 100
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Resistencia (ME)	CBR (%)	> 100
		Espesor minimo	Medición directa (cm)	15
Base (BTC)	Suelos estabilizados con cemento (GW, GM, GC, SW, SM, SC)	Granulometria (MN) (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	10 a 25
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad (MN)	Limite Liquido (w_L, %)	> 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 12
			Equivalente de arena (%)	< 50
		Compactación (ME)	AASHTO modificada (%)	> 100
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Resistencia (ME)	Compresión simple f'c a los 7 dias (kg/cm²)	> 46
		Espesor minimo	Medición directa (cm)	20
Base (BTA)	Grava triturada, estabilizada con asfaltos (GW, GP)	Granulometria (MN) (fig. 6.32)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	0 a 4
			Zona granulométrica	1
		Plasticidad (MN)	Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 50
		Compactación (ME)	Ensaye Marshall (%) (75 golpes/cara)	> 95
		Resistencia (ME)	Estabilidad Marshall (kg)	> 350
		Deformabilidad (ME)	Flujo Marshall (mm)	2 a 4
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Durabilidad (MN)	Desgaste Los Angeles (%)	< 45
		Espesor minimo	Medición directa (cm)	10

Tabla 6.10.3 Características estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Carpeta (CA)	Concreto asfáltico, grava triturada, bien graduada (GW, GP, SW, SP)	Granulometría (fig. 6.32)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	0 a 10
			Zona granulométrica	2
		Forma de partículas	Indice de lajeo (%)	< 25
		Plasticidad	Equivalente de arena (%)	> 55
		Compactación	Ensaye Marshall (%) (75 golpes/cara)	> 95
		Resistencia	Estabilidad Marshall (kg)	> 700
		Deformabilidad	Flujo Marshall (mm)	2 a 4
		Permeabilidad	Vacios (%)	3 a 5
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 45
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	8

TABLA

FACTORES DE REPETICIONES DE CARGA PARA DIVERSAS AERONAVES

Aeronave tipo	Calle de rodaje	Pista
DC-9, B-727	0.41	0.13
DC-8, B-707	0.83	0.25
DC-10	0.57	0.22
B-747	0.58	0.33
Concord	0.83	0.23

FIG. GRAFICAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA AERONAVES TIPO DC - 9

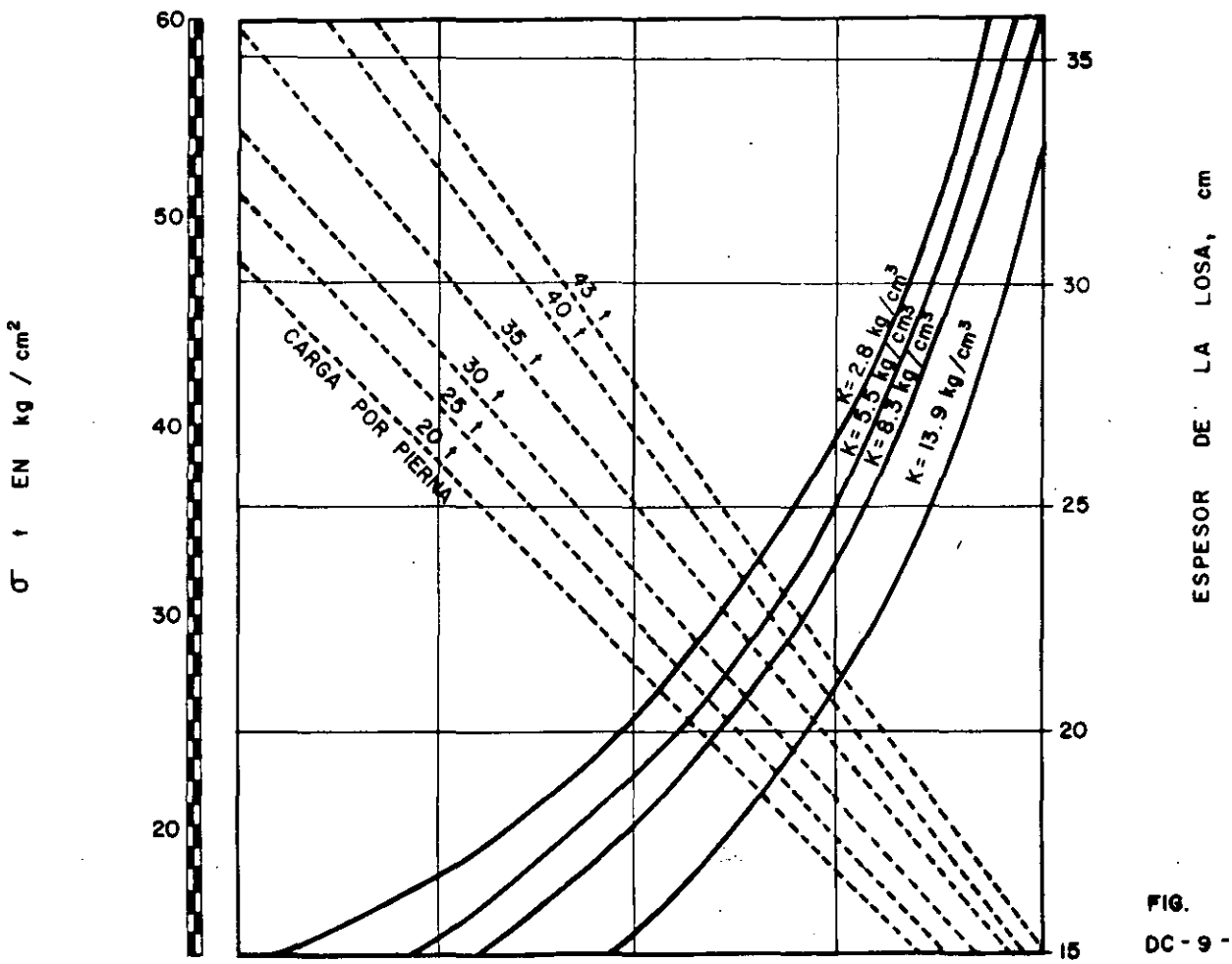


FIG. DC - 9 - 21

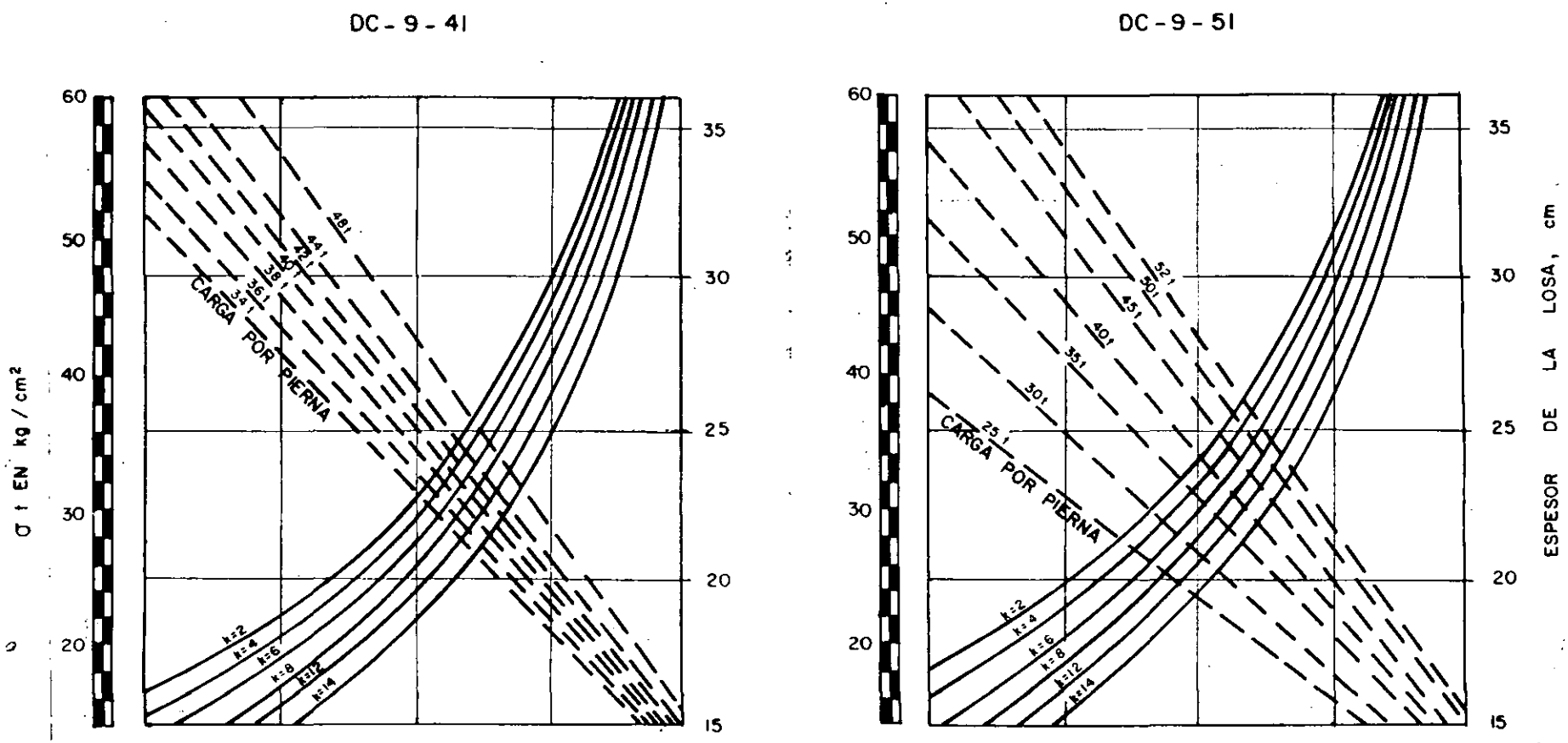


Fig. Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

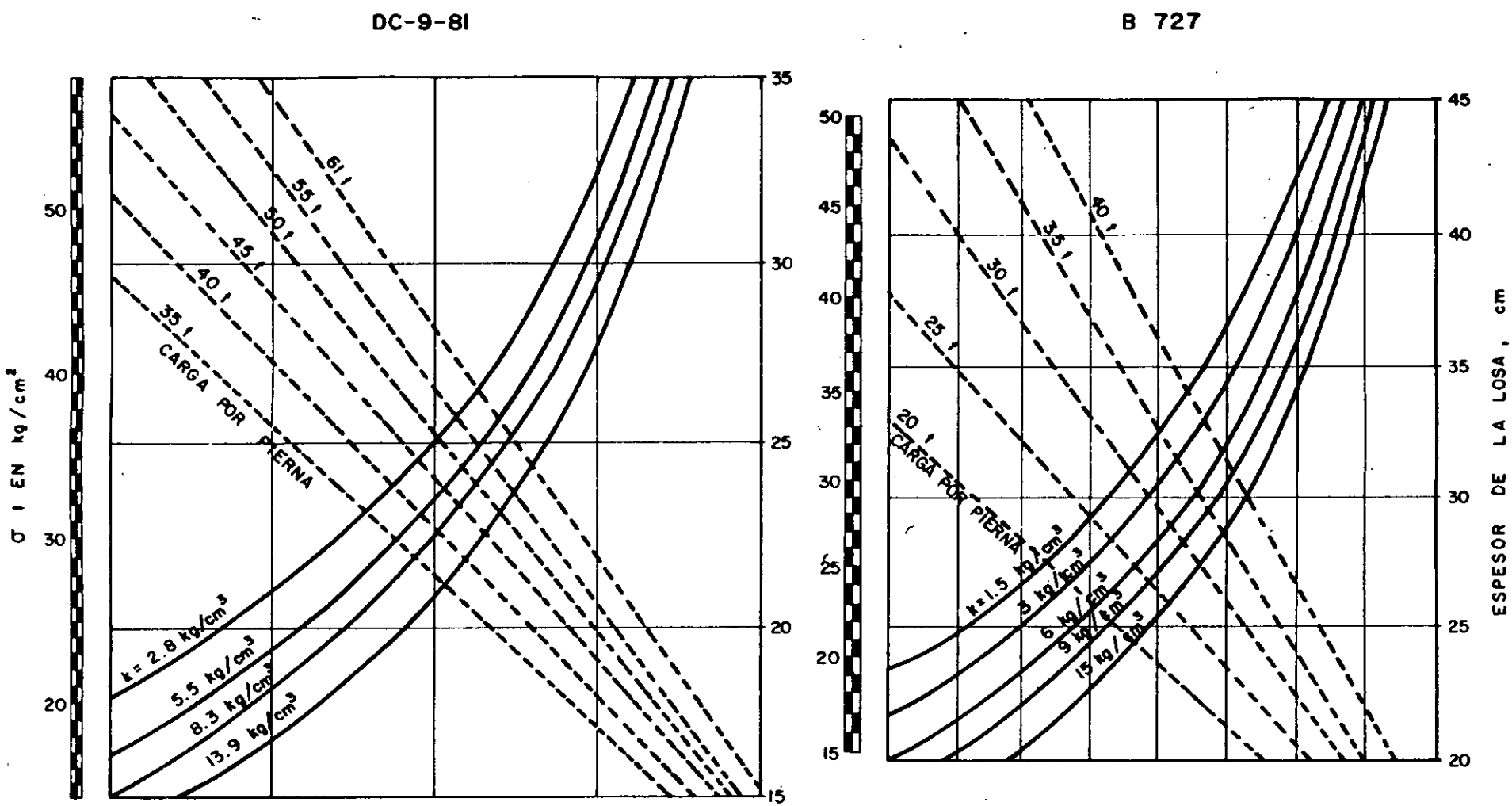


Fig. 6.39 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

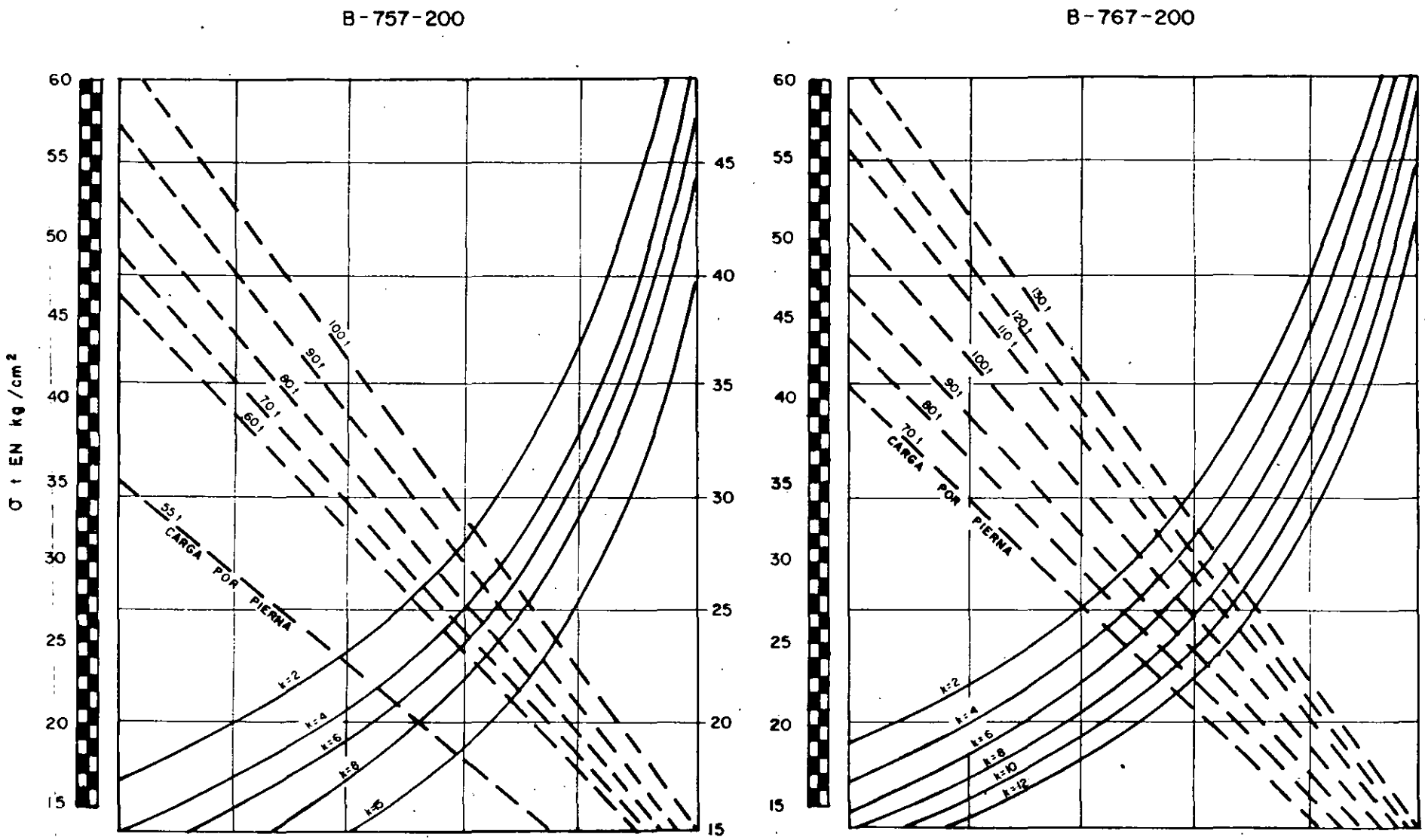


Fig. Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

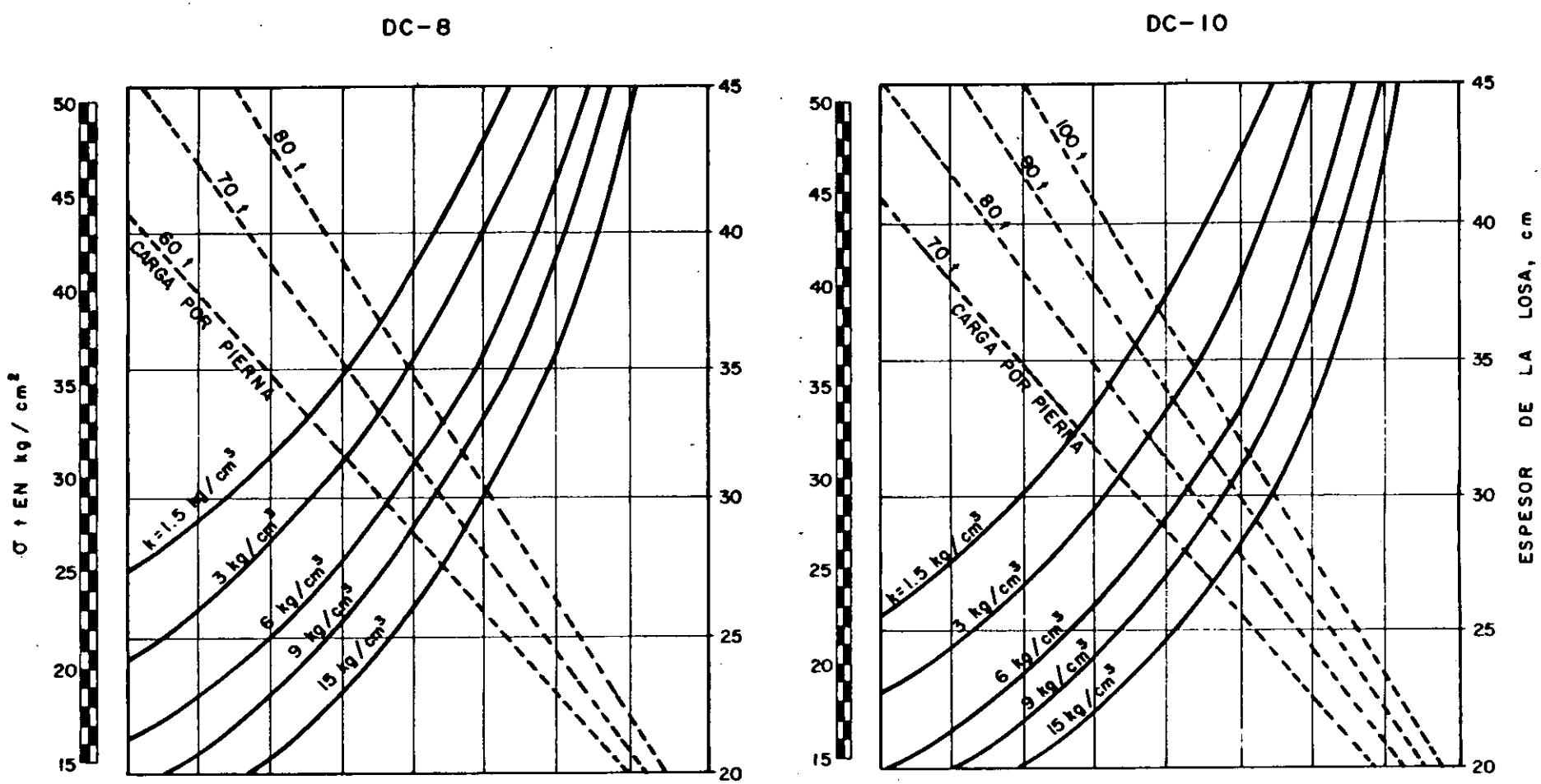


Fig. 6.40 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

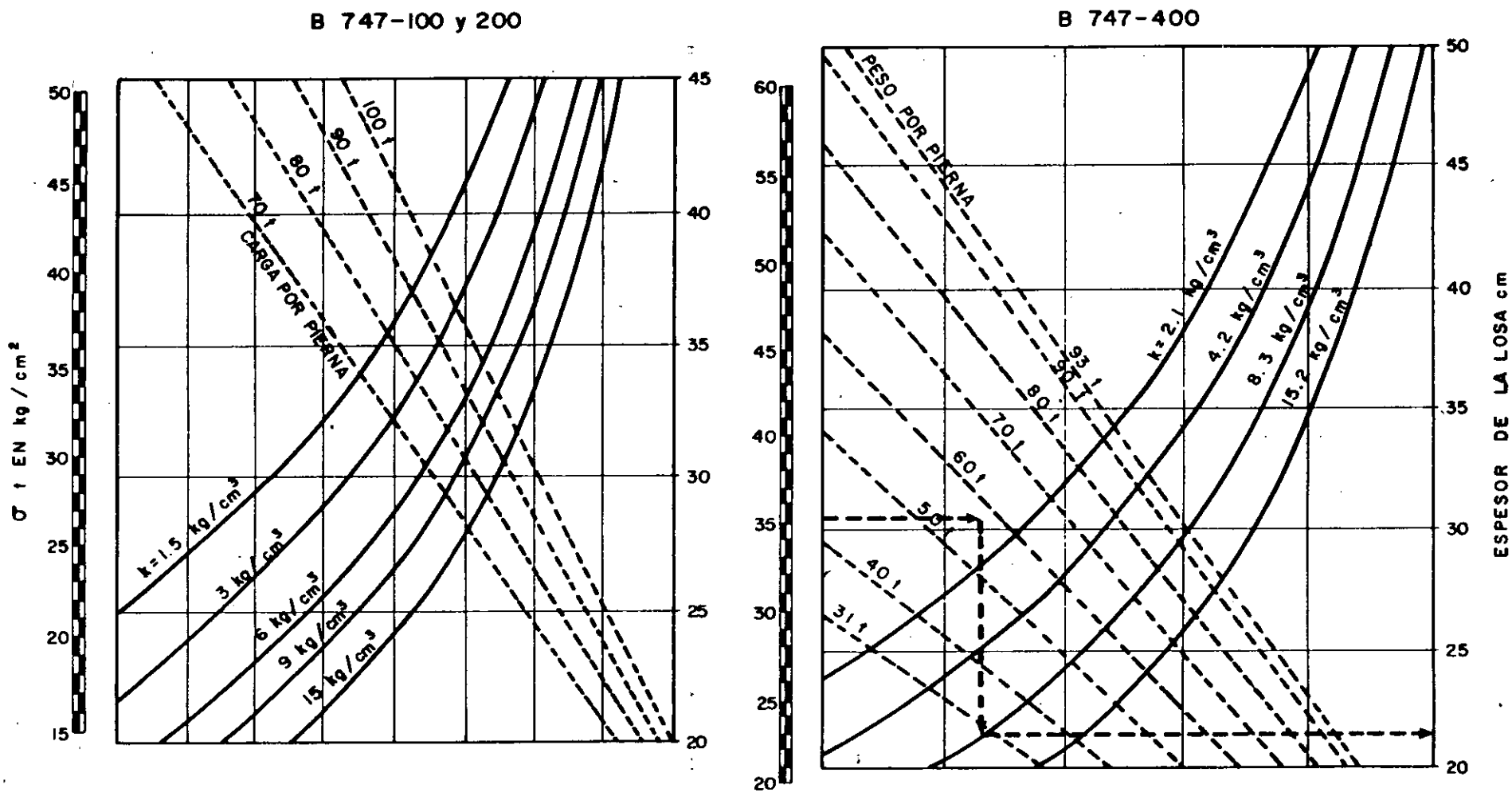


Fig. 6.41 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS

ASA - OACI - UNAM

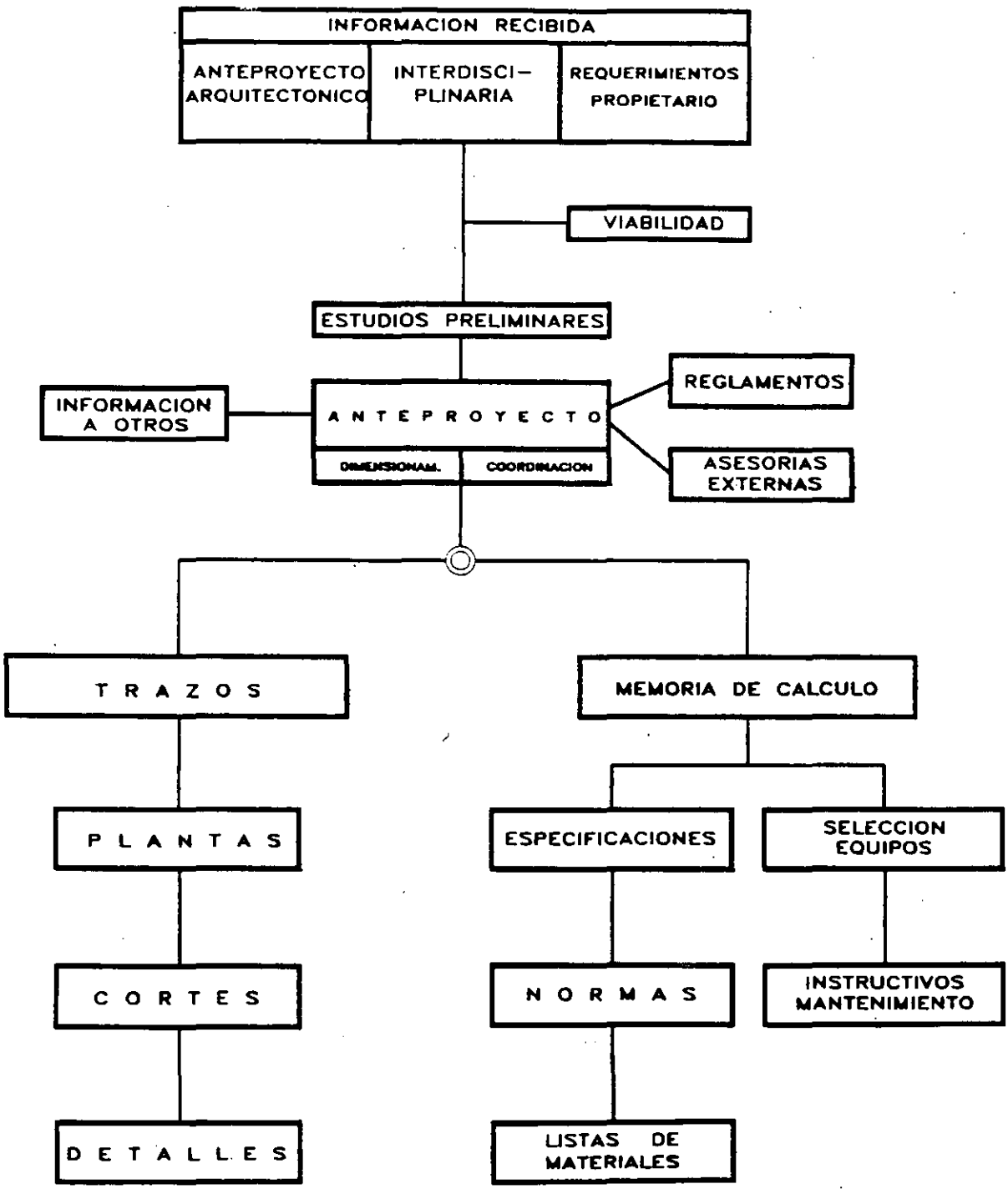
Del 29 de Agosto al 28 de Octubre de 1994

MATERIAL DIDACTICO

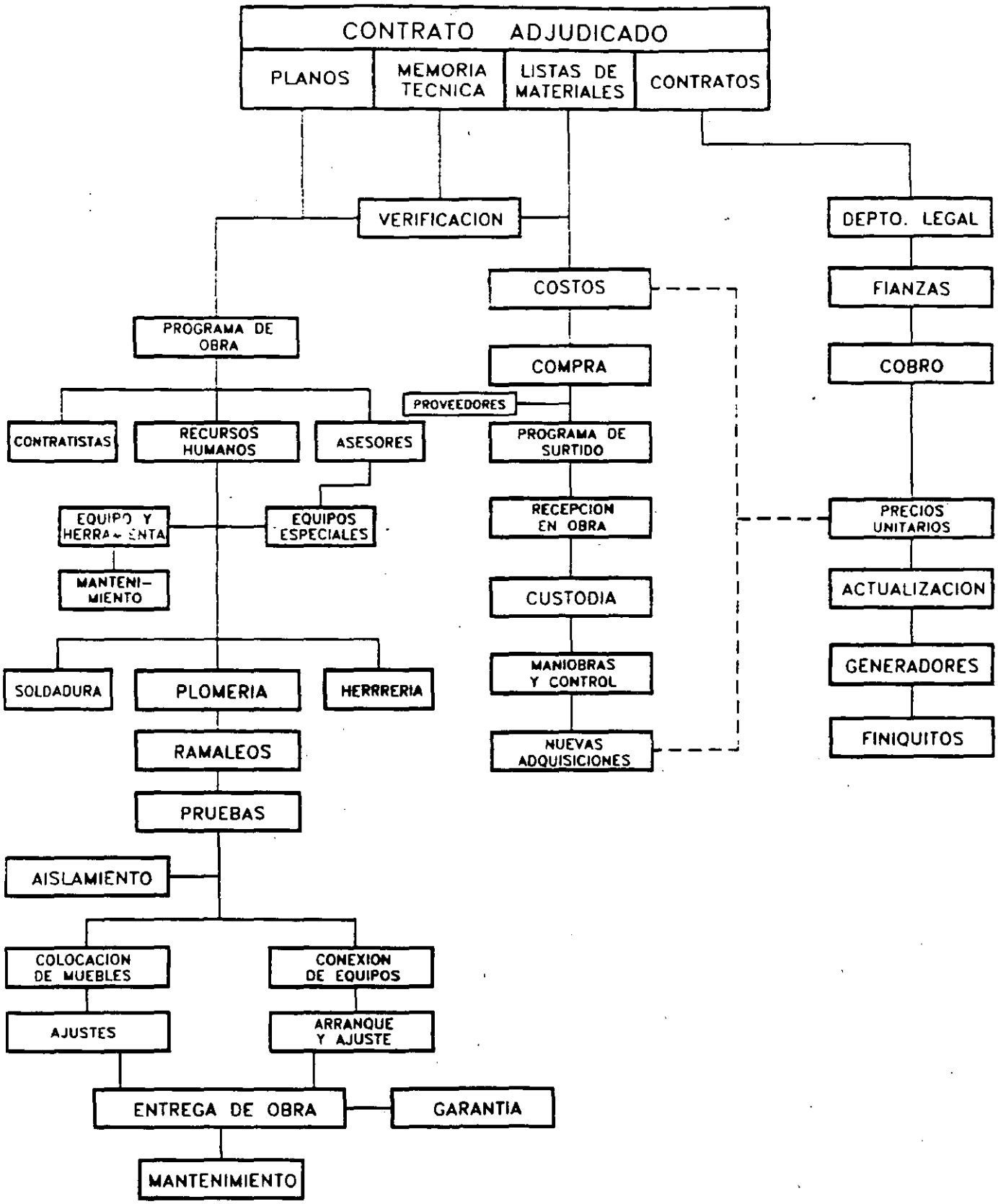
Ing. Mario Badillo Gonzalez
Palacio de Minería

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

EL PROCESO DE LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES



PROCESO DE EJECUCION DE UNA OBRA DE INSTALACION HIDROSANITARIA



DEFINICION

Un equipo de bombeo es un transformador de energía. Recibe energía mecánica, que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad.

Así tendremos bombas que se utilizan para cambiar la posición de un cierto fluido. Un ejemplo lo constituye una bomba de pozo profundo, que adiciona energía para que el agua del subsuelo salga a la superficie.

Un ejemplo de bombas que adicionan energía de presión sería una bomba en un oleoducto, en donde las cotas de altura, así como los diámetros de tuberías y consecuentemente las velocidades fuesen iguales, en tanto que la presión es incrementada para poder vencer las pérdidas de fricción que se tuviesen en la conducción.

Existen bombas trabajando con presiones y alturas iguales que únicamente adicionan energía de velocidad. Sin embargo, a este respecto, hay muchas confusiones en los términos presión y velocidad, por la acepción que llevan implícita de las expresiones fuerza tiempo. En la mayoría de las aplicaciones de energía conferida por una bomba es una mezcla de las tres, las cuales se comportan de acuerdo con las ecuaciones fundamentales de la Mecánica de Fluidos.

Lo inverso a lo que sucede en una bomba se tiene en una máquina llamada comúnmente turbina, la cual transforma la energía de un fluido, en sus diferentes componentes citadas, en energía mecánica.

Para una mayor claridad, buscando una analogía con las máquinas eléctricas, y para el caso específico del agua, una bomba sería un generador hidráulico, en tanto que una turbina sería un motor hidráulico.

Normalmente un generador hidráulico (bomba) es accionado por un motor eléctrico, térmico, etc., mientras que un motor hidráulico (turbina) acciona un generador eléctrico.

Tratándose de fluidos compresibles el generador suele llamarse compresor y el motor puede ser una turbina de aire, gas o simplemente un motor térmico.

CLASIFICACION

Siendo tan variados los tipos de bombas que existen, es muy conveniente hacer una adecuada clasificación. La que se considera más completa, y que se usará en este libro, es la del "Hydraulic Institute", en su última edición. El mencionado Instituto tiene como miembros a más de cincuenta compañías fabricantes de equipos de bombeo en el mundo entero y se ha preocupado por mantener al día los llamados "standards". A continuación se muestra esa clasificación.

CLASIFICACION DE BOMBAS

- **BOMBAS**
  - **Desplazamiento positivo**
    - **Reciprocantes**
      - **Pistón / Embolo**
        - **Doble acción**
          - **Simple / Doble**
            - **Vapor**
        - **Simple acción / Doble acción**
          - **Simple / Doble / Triple / Múltiple**
            - **Potencia**
      - **Diafragma**
        - **Simple / Múltiple**
          - **Operada p/fluido**
          - **Operada mecánicamente**
    - **Rotatorias**
      - **Rotor simple**
        - **Aspas**
        - **Pistón**
        - **Miembro flexible**
        - **Tornillo**
      - **Rotor múltiple**
        - **Engranes**
        - **Lóbulos**
        - **Balancines**
        - **Tornillos**
  - **Dinámicas**
    - **Centrífugas**
      - **Flujo radial / Flujo mixto**
        - **Simple succión / Doble succión**
          - **Autocebantes**
          - **Cebados p/medios externos**
          - **Unipaso / Multipaso**
            - **Impulsor abierto**
            - **Impulsor semiabierto**
            - **Impulsor cerrado**
      - **Flujo axial**
        - **Simple succión**
          - **Unipaso / Multipaso**
            - **Impulsor abierto**
            - **Impulsor cerrado**
    - **Periféricas**
      - **Unipaso / Multipaso**
        - **Autocebantes**
        - **Cebados p/medios externos**
    - **Especiales**
      - **Electromagnéticas**

La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad de tipos que existen y si a ello agregamos materiales de construcción, tamaños diferentes para manejo de gastos y presiones sumamente variables y los diferentes líquidos a manejar, etc., entenderemos la importancia de este tipo de maquinaria en las siguientes aplicaciones que se cubren con detalle en la parte final de este libro.

Unicamente con el fin de orientarnos mencionaremos las aplicaciones principales que ilustramos con fotografías.

FACTORES PARA LA SELECCION DEL TIPO DE BOMBA

Los tres factores principales para determinar si usaremos una bomba de desplazamiento positivo son: presión, gasto y las siguientes características de los líquidos.

a) Indice de acidez-alcalinidad (pH).
b) Condiciones de viscosidad.
c) Temperatura.
d) Presión de vaporización del líquido a la temperatura de bombeo.
e) Densidad.
f) Materiales en suspensión, tamaño, naturaleza, etc.
g) Condiciones de abrasión.
h) Contenido de impurezas.
Etcétera.

Antes de adentrarnos en mayores detalles, veamos las características generales de los diferentes tipos de bombas.

Las bombas de desplazamiento positivo reciprocantes son aplicables para:

a) Gastos pequeños.
b) Presiones altas.
c) Líquidos limpios.

Las de desplazamiento positivo rotatorias para:

a) Gastos pequeños y medianos.
b) Presiones altas.
c) Líquidos viscosos.

Las bombas "dinámicas" del tipo centrífugo:

a) Gastos grandes.
b) Presiones reducidas o medianas.
c) Líquidos de todos tipos, excepto viscosos.

Las bombas reciprocantes se usaron mucho y su substitución por las centrífugas ha corrido al parejo de la substitución del vapor por energía eléctrica, como fuente de energía.

Los progresos en los motores eléctricos han propiciado el desarrollo de bombas centrífugas, mucho más ligeras y baratas.

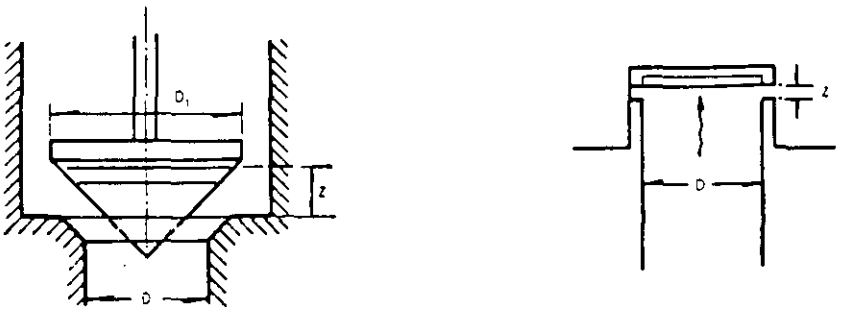
En un principio, las bombas centrífugas tenían la desventaja de su baja eficiencia; sin embargo, las mejoras obtenidas a base de investigaciones continuas, las ha puesto siempre a la cabeza en el aspecto competitivo. Tienen a su favor las condiciones de descarga constante, a una presión dada, que no tienen las reciprocantes; y además, no presentan problemas de válvulas, que son tan comunes en las reciprocantes.

Actualmente las bombas centrífugas también cubren el campo de las altas presiones, que se logran mediante las bombas de varios pasos accionadas a altas velocidades.

En cuanto a capacidades, las bombas centrífugas se han construido para gastos que van desde un galón por minuto a más de un millón de galones por minuto. Las gigantescas bombas usadas en las presas de almacenamiento europeas y americanas requieren motores que, en algunos casos, exceden los 100,000 hp.

En virtud de que aproximadamente ⅔ partes de las bombas usadas hoy día son centrífugas, empezaremos estudiándolas, dejando para los últimos capítulos los otros tipos de bombas.

El siguiente capítulo será dedicado a sus especificaciones y detalles de construcción, para seguir con la teoría y diseño de las mismas.



Cónica Plana

FIG I.96 Válvulas de alivio (ref 1)

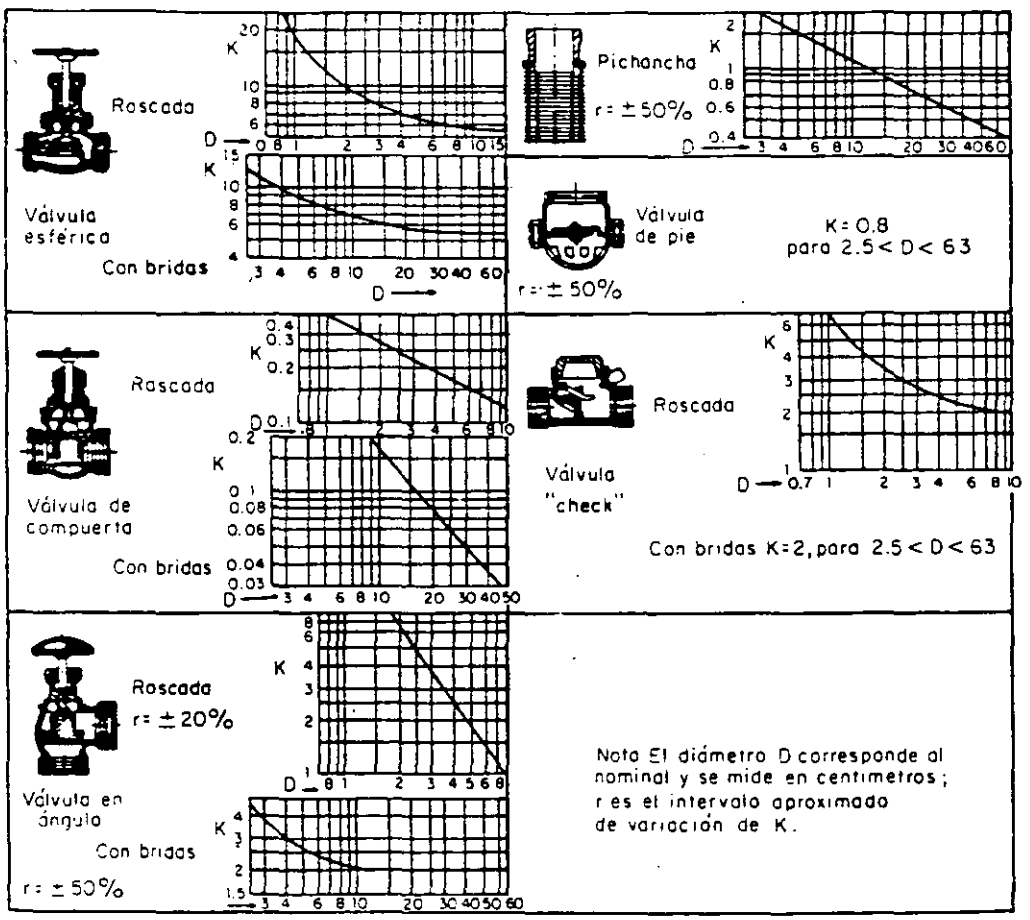
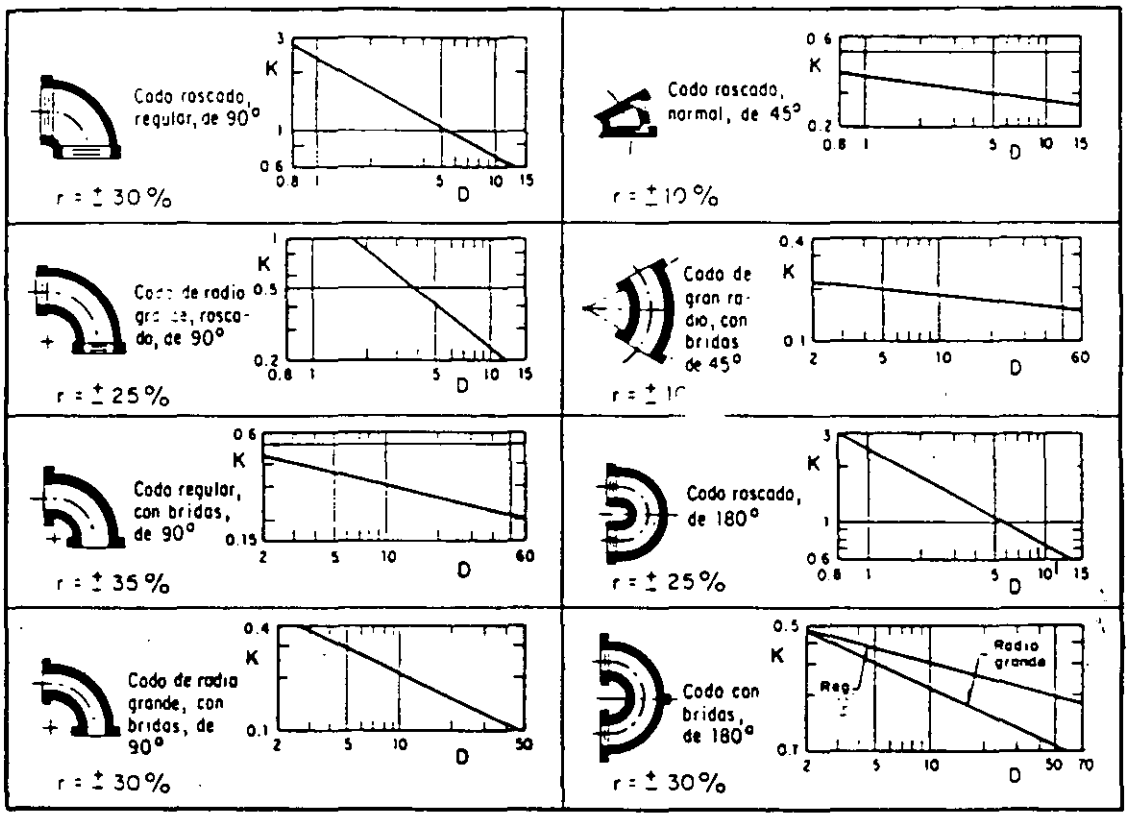


FIG I.97 Coeficientes de pérdida para válvulas completamente abiertas (ref 1)



D = diámetro nominal, en cm

r = intervalo aproximado de variación para K

FIG I.46 Coeficiente de pérdida para los codos (ref 1)

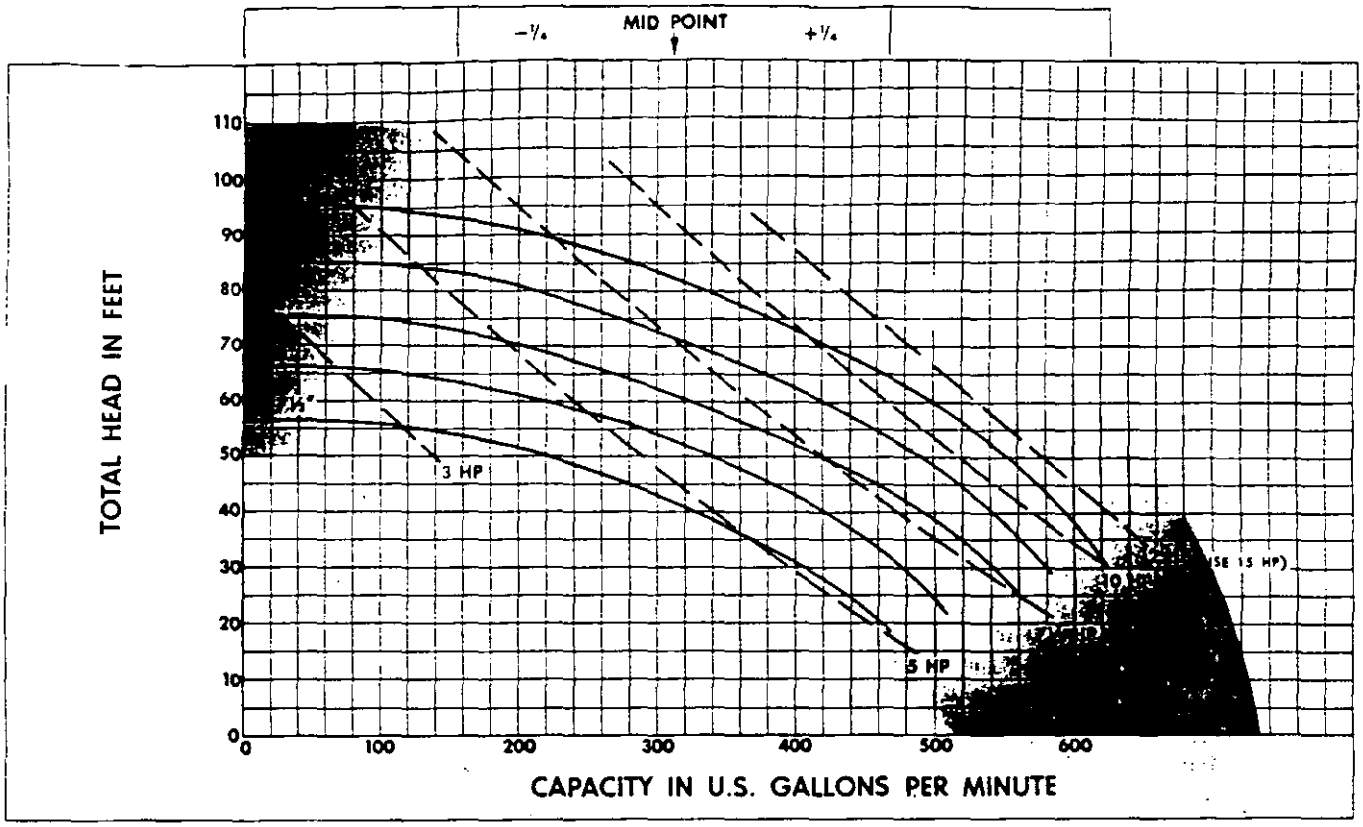


Figure 10 – Best Selection Range

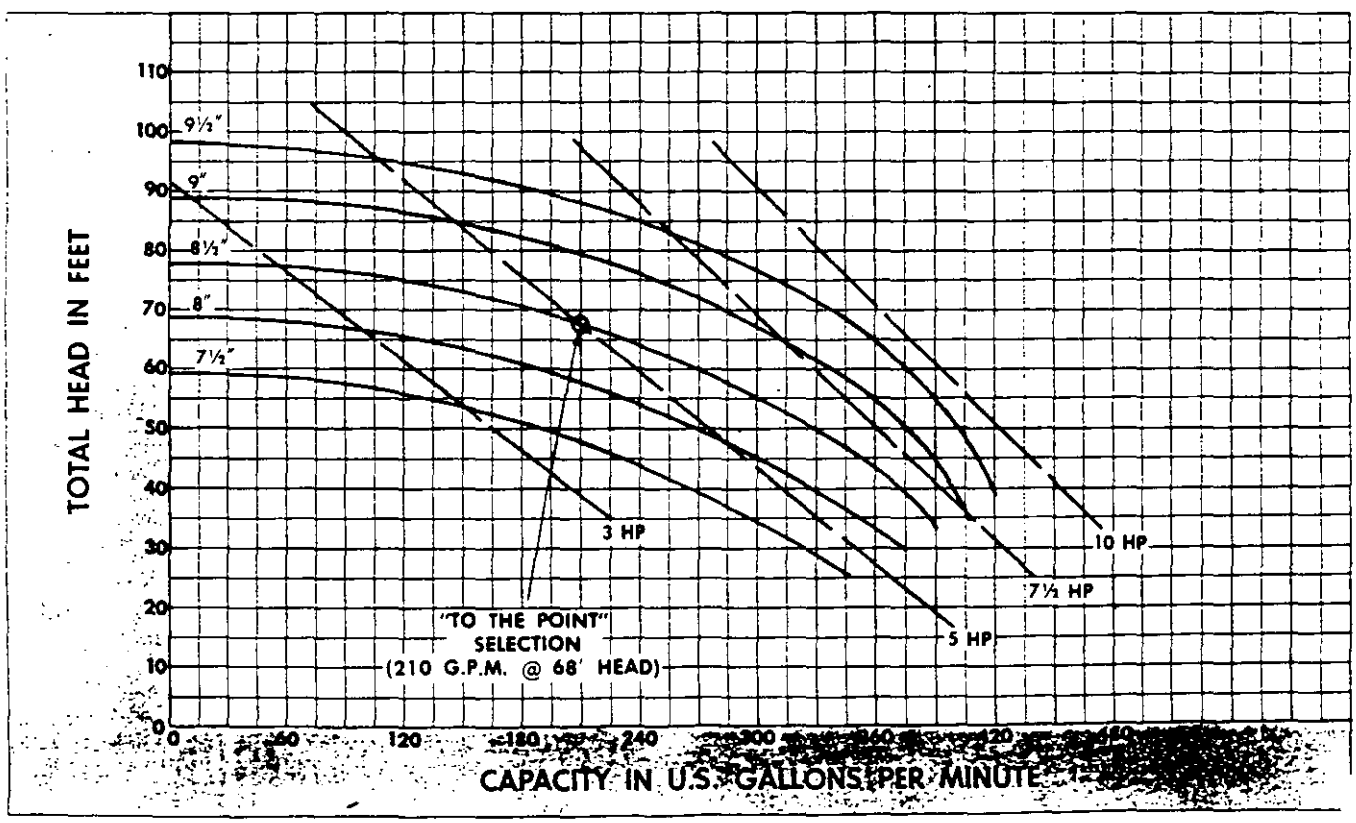
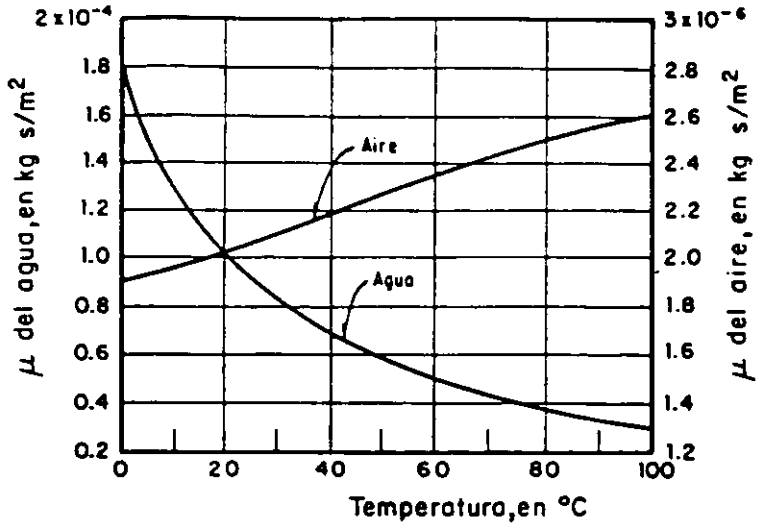
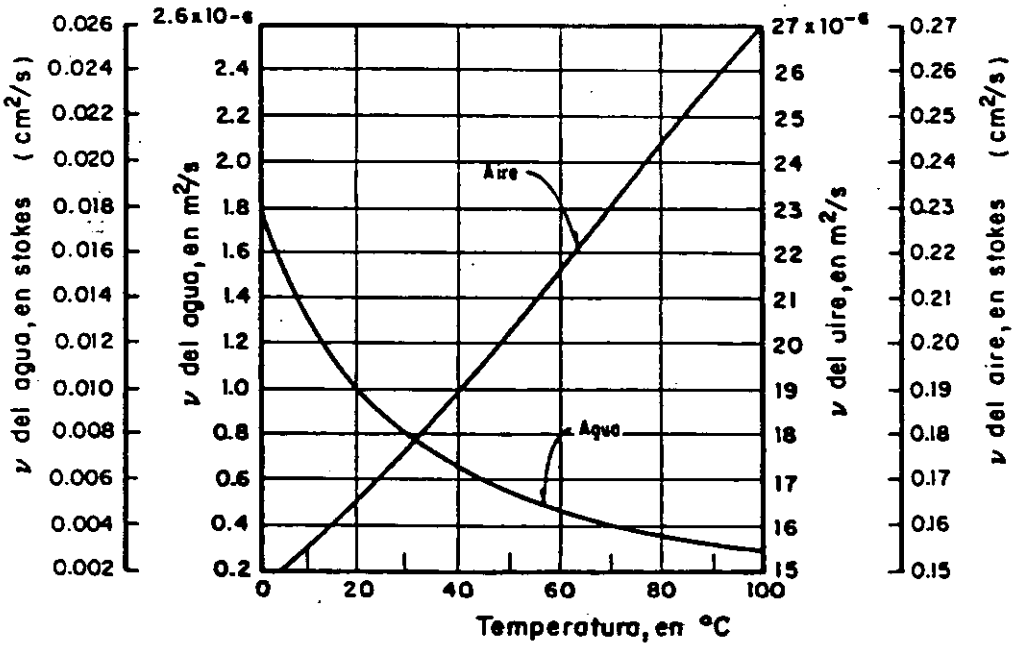


Figure 11 – Motor Selection on Pump Curve



a)



b)

FIG I.1 a) Viscosidad dinámica del agua y del aire a la presión atmosférica del nivel del mar (ref 1).
b) Viscosidad cinemática del agua y del aire a la presión atmosférica del nivel del mar (ref 1).

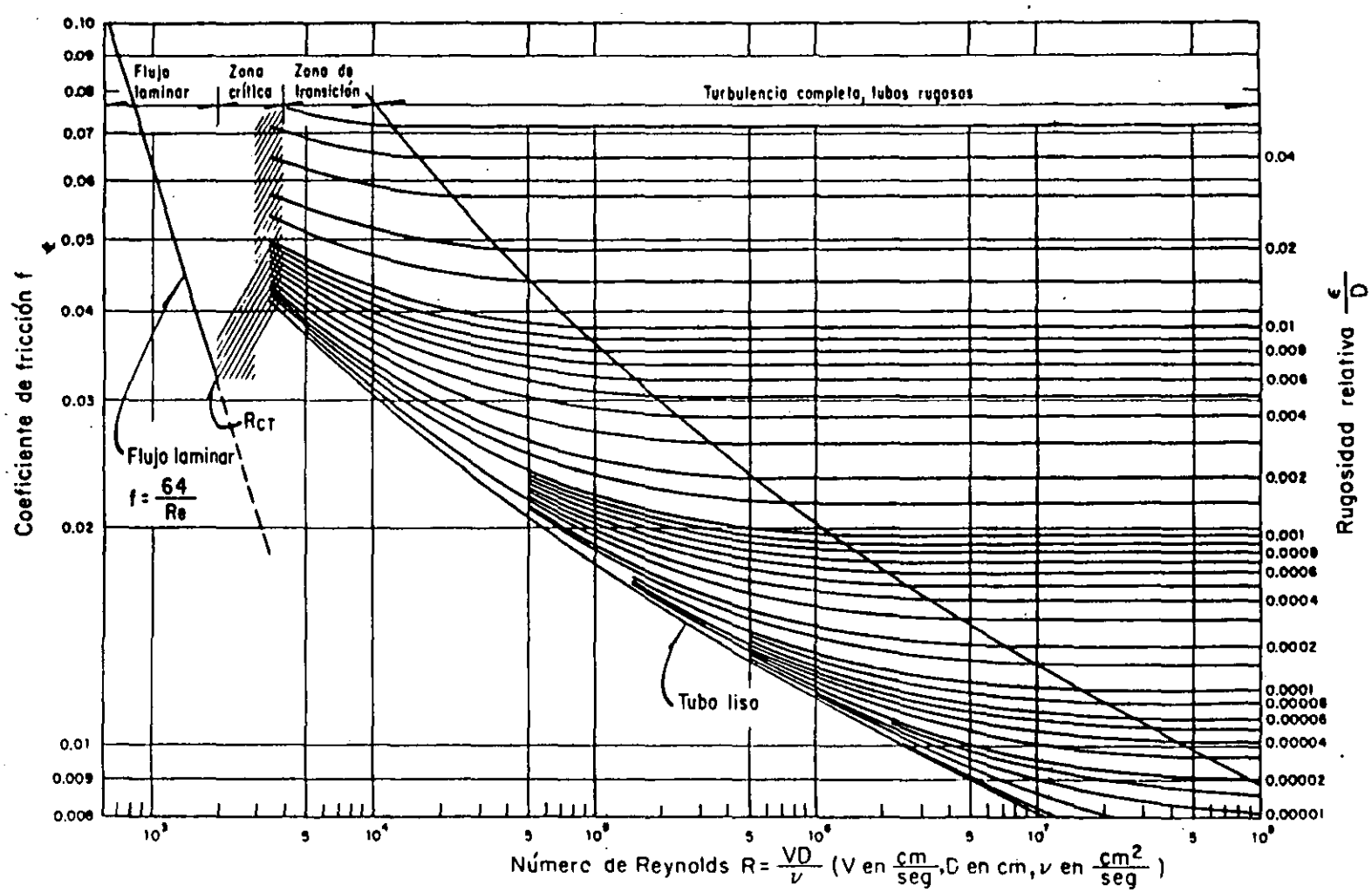


FIG 1.4 Coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo; diagrama universal de Moody (ref 1)

NET POSITIVE SUCTION HEAD

(NPSH)

NPSH combines all of the factors limiting the suction side of a pump; internal pump losses, static suction lift, friction losses, vapor pressure and atmospheric conditions. It is important to differentiate between Required NPSH and Available NPSH.

Required NPSH - this refers to internal pump losses and is determined by laboratory test. It varies with each pump and with each pump capacity and speed change. The greater the capacity, the greater the required NPSH. Required NPSH must always be given by the pump manufacturer.

Available NPSH - this is a characteristic of the system. It can be calculated, or on an existing installation, it can be determined by field test using vacuum and pressure gauges. By definition, it is the net positive suction head above the vapor pressure available at the suction flange of the pump to maintain a liquid state. Since there are also internal pump losses (required NPSH) the available NPSH in a system must exceed the pump required NPSH -- otherwise, reduction in capacity, loss of efficiency, noise, vibration and cavitation will result.

NPSH FORMULAS

PROPOSED INSTALLATION

To calculate the N. P. S. H. available in a proposed application, the following formula is recommended:

$$Hsv = Hp \pm Hz - Hf - Hvp$$

Hsv = Available N. P. S. H. expressed in feet of fluid.

Hp = Absolute pressure on the surface of the liquid where the pump takes suction, expressed in "feet". This could be atmospheric pressure or vessel pressure (pressurized tank).

Hz = Static elevation of the liquid above, or below the centerline of the impeller, expressed in feet.

Hf = Friction and velocity head loss in the piping, also expressed in feet.

Hvp = Absolute vapor pressure of the fluid at the pumping temperature, expressed in feet of fluid.

COMMON PUMP HEAD TERMS

The term "head" by itself is rather misleading. It is commonly taken to mean the difference in elevation between the suction level and the discharge level of the liquid being pumped. Although this is partially correct, it does not include all of the conditions that should be included to give an accurate description.

FRICTION HEAD
-is the pressure expressed in lbs./sq. in. or feet of liquid needed to overcome the resistance to the flow in the pipe and fittings.

SUCTION LIFT
-exists when the source of supply is below the center line of the pump.

SUCTION HEAD
-exists when the source of supply is above the center line of the pump.

STATIC SUCTION LIFT
-is the vertical distance from the center line of the pump down to the free level of the liquid source.

STATIC SUCTION HEAD
-is the vertical distance from the center line of the pump up to the free level of the liquid source.

STATIC DISCHARGE HEAD
-is the vertical elevation from the center line of the pump to the point of free discharge.

DYNAMIC SUCTION LIFT
-includes the sum of static suction lift, friction head loss, and velocity head.

DYNAMIC SUCTION HEAD
-includes static suction head minus the sum of friction head loss and velocity head.

DYNAMIC DISCHARGE HEAD
-includes static discharge head plus friction head plus velocity head.

TOTAL DYNAMIC HEAD
-includes the dynamic discharge head plus dynamic suction lift or minus dynamic suction head.

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h	200 mm/h
50 mm	50 m^2	38 m^2	30 m^2	25 m^2	19 m^2
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

NOTA.- La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152.

DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/s	GASTO EN L/s	SUPERFICIE DESAGUADA EN m^2 a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	417	475
200	0.905	28.425	682	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.84	23 156	34 734
900	2.466	1569.9	37 654	56 482
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.968	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, los valores de velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raiz cuadrada de la pend.

ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de los edificios no pueden descargar a los colectores del servicio público por estar más abajo de éstos, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales para aguas negras o sucias, para desalojarlas con rapidez.

Los cárcamos de aguas negras deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo, se presenta la fermentación activada del producto.

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 L por cada m^2 de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).- De cárcamo humedo.- Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo motores normales fuera de él.

b).- De cárcamo seco.- Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.

c).- Bombas sumergibles.- Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.

d).- Eyectores por aire comprimido.- En todos los casos de esfera de los impulsores debe ser mínimo de 75 mm.

Siempre se ponen dos bombas por cárcamo, para evitar que la -- falta de una pueda suspender el funcionamiento del edificio.

Las operaciones de automatizar el funcionamiento de las bombas se hace por medio de flotadores eléctricos a prueba de explo-- sión, dado los gases que pueden formarse dentro del cárcamo -- (metano).

Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación- que permita la salida de dichos gases, tubo que puede conectar se al sistema de doble ventilación del edificio (normalmente- 100 mm de diámetro).

ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

En los casos de que no hay servicio municipal de drenaje, hay- que tratar las aguas negras por medio de fosas sépticas o por- algún otro proceso de digestión.

La digestión tiene por objeto desdoblar las moléculas comple-- jas en moléculas sencillas como nitritos, nitratos y otras, -- con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhidrido sulfuroso y otros. Es esta situación, no es posible combinar- el agua pluvial con el agua negra y así mismo deberán separar- se las aguas servidas que no deberán pasar por la fosa sépti-- ca.

Las fosas sépticas tienen tres cámaras: La primera donde se re cibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermen- tación donde las bacterias anderobias destruyen el producto y

por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anderobias y actuan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles santarios. (ver figuras)

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este método simple, ya que de lo contrario habrá que recurrir a la instalación de verdaderas plantas de tratamiento de aguas negras, sumamente costosas y especializadas.

ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCIONES DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100 mm de diámetro, propia para dren es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tubos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjas a una profundidad de 45 cm bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cm de ancho, dejándose abiertas por su parte inferior.

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tierra. Si la tierra es francamente absorbente, se harán zanjas más profundas, las cuáles se rellenarán con material graduado, es decir al principio con grano grueso y a medida que va subiendo el material será de grano más fino hasta llegar a una mezcla de arena y arcilla suelta hasta llegar al nivel del terreno.

La capacidad de los drenes deberá calcularse teniendo en cuenta que para tubería de 100 mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150 mm de 18.20 L por metro lineal.

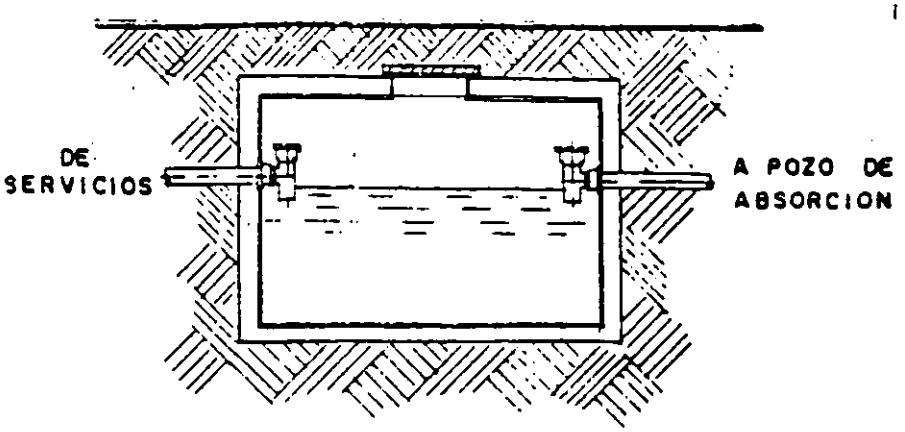
Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30 x 30 cm a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. los hoyos se llenarán con agua con un tirante de 15 cm y se anotará el tiempo que tardará el nivel en descender 2.5 cm los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

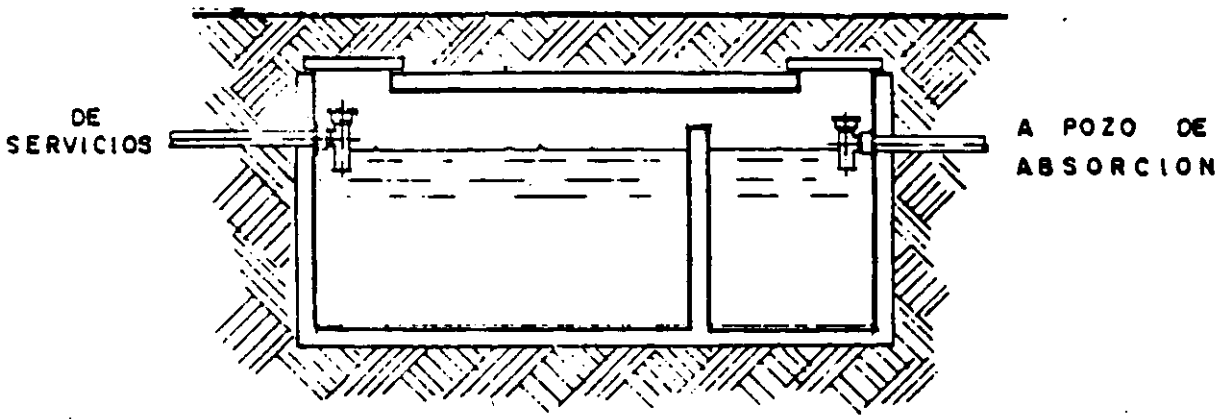
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m^2
1	50	215
2	40	175
10	20	95
30	10	45
60	8	30

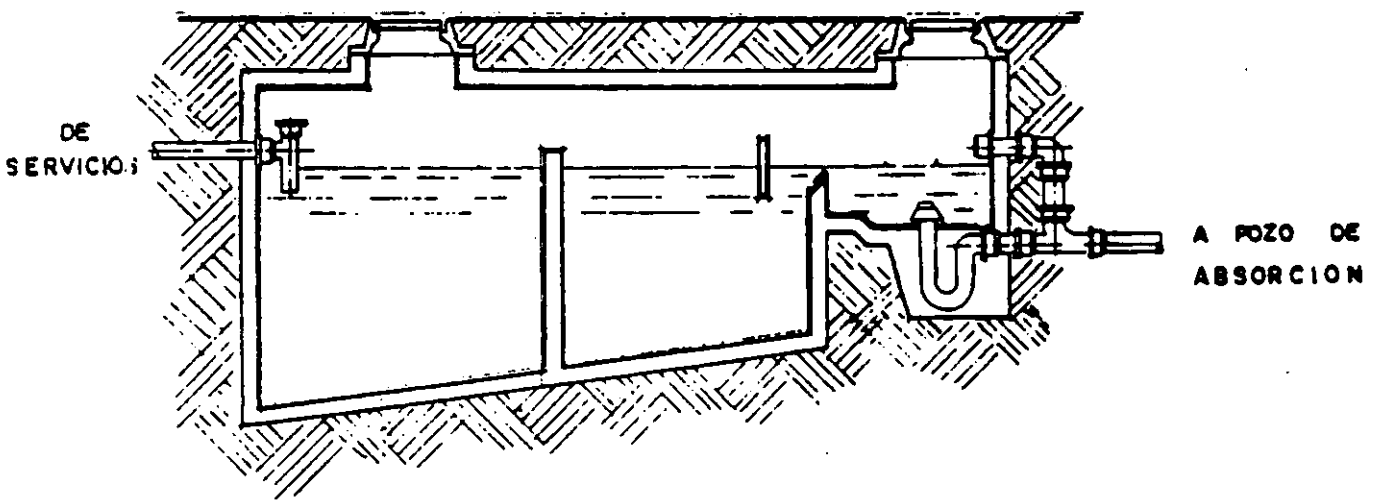
ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo mas indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de renes en zanjas de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjas profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos.

La corriente de los ramales debe ser muy lenta para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS







FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

ASA - OACI - UNAM

Del 29 de Agosto al 28 de Octubre de 1994

PROYECTO

Ing. René Alvarado Rosas
Palacio de Minería
1994

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

RENDIMIENTOS AL DESPEGUE Y ATERRIZAJE DE AERONAVES TURBORREACTORAS

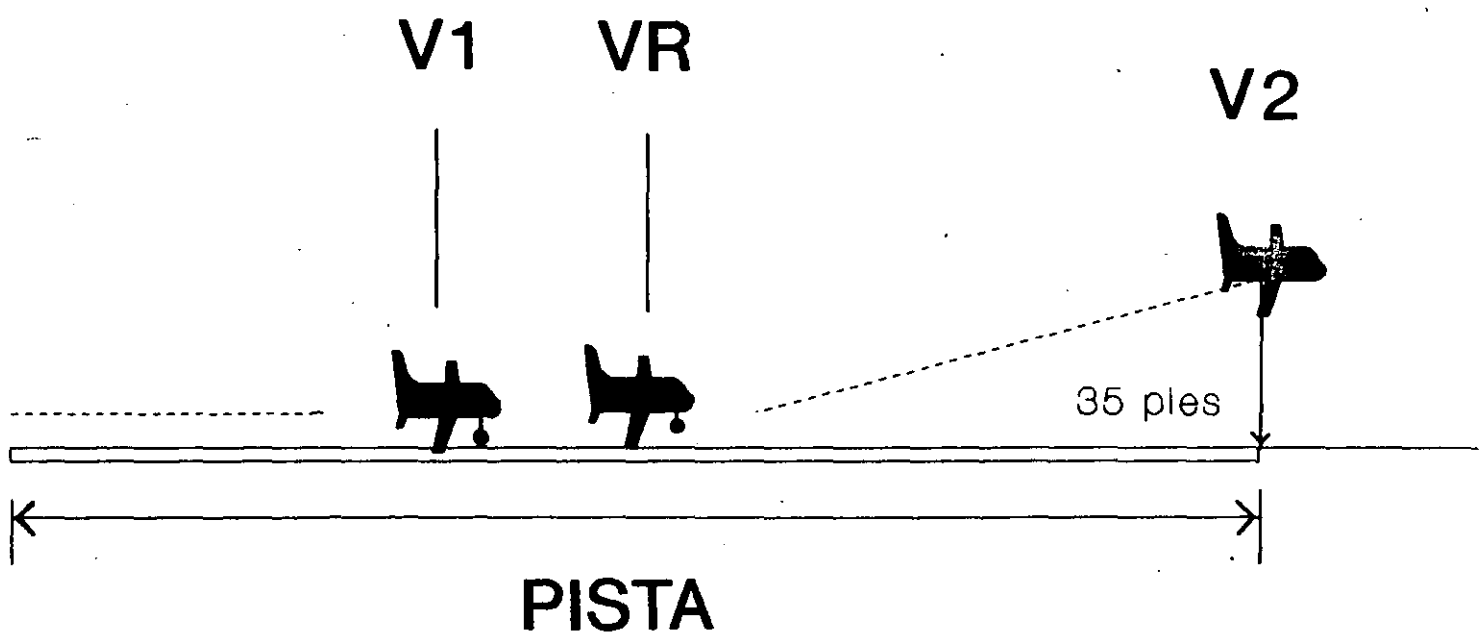
Presentado por:

Ing. René D. Alvarado Rosas

OBJETIVO

PRESENTAR LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE LAS LONGITUDES DE PISTA NECESARIA PARA EL DESPEGUE Y ATERRIZAJE DE AERONAVES TURBORREACTORAS, ASI COMO LAS NORMAS QUE DEBEN CUMPLIRSE.

SECUENCIA DE DESPEGUE



REND 1.1

DEFINICIONES

- *ELEVACION, ALTITUD, ALTURA*
- *VELOCIDAD DE DECISION V1*
- *VELOCIDAD DE ROTACION VR*
- *VELOCIDAD DE SEGURIDAD V2*
- *LONGITUD DE PISTA CON:*
  - *TODOS LOS MOTORES*
  - *UNO INOPERATIVO*
- *DISTANCIA ACELERACION PARADA*
- *DISTANCIA ATERRIZAJE*

REND 2

- NIVEL MEDIO DEL MAR

Es el nivel medio entre la pleamar y la baja mar.

- ELEVACION

Distancia vertical entre el N.M.M. y un punto fijo situado sobre la superficie de la tierra.

- ALTITUD

Distancia vertical entre el N.M.M. y un punto, nivel u objeto considerado como punto que se encuentra en el aire.

- ALTURA

Distancia vertical entre un punto fijo sobre la superficie de la tierra y un punto, nivel u objeto considerado como punto en el aire.

A TODA ACCION CORRESPONDE UNA REACCION IGUAL Y OPUESTA (EN SENTIDO)

VARIOS FACTORES AFECTAN LA DISPONIBILIDAD DE UN TURBORREACTOR PARA PRODUCIR UN NIVEL ESPECIFICO DE EMPUJE.

ENTRE ELLOS ESTA LA DENSIDAD DEL AIRE.
CONFORME SE AUMENTA LA ELEVACION, LA DENSIDAD DEL AIRE DISMINUYE, LO QUE PROVOCA QUE PASE UNA MENOR MASA DE AIRE, OBTENIENDOSE UN EMPUJE MENOR.

OTRO FACTOR ES LA TEMPERATURA, AL AUMENTAR LA TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR, LA DENSIDAD DISMINUYE ESTO TAMBIEN PROVOCA QUE UNA MENOR MASA DE AIRE PASE POR EL MOTOR Y POR TANTO SE TENGA UNA PERDIDA DE EMPUJE. DE LO ANTERIOR PODEMOS DEDUCIR QUE UNA COMBINACION DE GRANDES ELEVACIONES Y - ALTAS TEMPERATURAS PROVOCARAN UNA PERDIDA SUSTANCIAL DE EMPUJE NETO.

ESTOS PARRAFOS PUEDEN PROVOCAR QUE SE CREA QUE CUANDO UN AVION TURBORREACTOR ASCIENDE A ALTOS NIVELES DE VUELO, SU EFICIENCIA DISMINUYE, NO ES ASI; LO QUE HACE INDISPENSABLE AGREGAR OTRA VARIABLE EN EL RENDIMIENTO TOTAL DEL -- AVION " LA VELOCIDAD ".

LA PRESION DE IMPACTO EN LA TOMA DEL MOTOR SE INCREMENTA CONFORME AUMENTA LA VELOCIDAD Y EL RESULTADO LLEGA A SER BASTANTE SIGNIFICANTE A ALTOS NUMEROS DE MACH. AUN CUANDO - LA GRAN ELEVACION DE UN AEROPUERTO PROVOCA UNA DISMINUCION DE EMPUJE DURANTE EL DESPEGUE, EL RESULTADO NETO ES UN IN--

CREMENTO DE PRESION A LA ENTRADA Y UN MOTOR MAS EFICIENTE CONFORME SE INCREMENTA EL NUMERO MACH. POR OTRO LADO CONFORME SE AUMENTA LA ALTITUD, LA TEMPERATURA POR LO GENERAL DISMINUYE. NUEVAMENTE SE TENDRA UNA MAYOR MASA DE AIRE -- CUANDO SE CONJUGUE CON LA VELOCIDAD, Y EL RESULTADO SERA - UNA MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL MOTOR.

LA MISMA DENSIDAD DEL AIRE AFECTA LA CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO EN EL ALA DEL AVION. SE NECESITARAN ALTAS VELOCIDADES O GRANDES ANGULOS DE ATAQUE PARA UN PESO DADO A GRANDES ELEVACIONES Y ALTAS TEMPERATURAS, QUE LOS REQUERIDOS SI SE COMPARAN CON LOS REQUERIDOS PARA EL NIVEL DEL MAR Y CONDICIONES DE DIA NORMAL (STANDARD).

V 1

VELOCIDAD DE DECISION AL DESPEGUE

V 1 No debe ser MENOR a la velocidad mínima de control en el aire (Vmcg).

V 1 No debe ser MAYOR a la velocidad de rotación (V R).

REND 6

VELOCIDAD DE DECISION (V 1)

La velocidad V1 es aquella que toma el piloto como referencia para decidir si continua o aborta un despegue en el el caso de una falla de motor.

Las velocidades que se emplean en el Manual de Vuelo se seleccionaron de tal forma que:

1. *Si la falla se reconoce a/o arriba de V1, el avión pueda continuar el despegue hasta alcanzar una altura de 35 pies sobre el terreno, con un motor inop. ó*
2. *Se logre detener sobre el remanente de pista a V1 ó menor, sin utilizar empuje de reversa en los motores disponibles en pista seca.*

V 1 (cont.)

Para detener el avión se considera que los aceleradores son regresados a la posición de desacelerados en el momento de reconocer la falla de motor; aun cuando el rendimiento está calculado con ciertas tolerancias de demora, el frenado máximo (deflexión total del pedal), deberá iniciarse al reconocer la falla de motor al tiempo que se desacelera y se presentan los SPOILERS.

No se incluye la utilización de REVERSAS y el sistema ANTIDERRAPANTE deberá estar operativo.

V R

VELOCIDAD DE ROTACION

VR Debe ser al menos 5 % MAYOR a la velocidad mínima de control en el aire (V mca).

VR Debe ser tal que V2 se alcance a/o abajo de 35 pies, con Técnica de vuelo normal.

VELOCIDAD DE ROTACION (V R)

La velocidad VR es aquella a la cual el piloto empieza a presentar el avión hacia la actitud para levantarse de la pista. El ritmo de rotación puede variar, pero normalmente debe tomar 2.5 seg. aproximadamente.

El ritmo práctico de rotación dará por resultado una velocidad mínima para separarse de la pista. El ritmo normal de rotación provocara que se obtenga la velocidad V2 a/o abajo de los 35 pies sobre el terreno con un motor inoperativo o con un exceso de 10 nudos en V2 aproximadamente a la misma altura con todos los motores operando.

Los criterios que se utilizan para establecer la velocidad de rotación son los siguientes:

V R (Cont.)

A. No puede ser menor a 1.05 Vmca.,

B. Una velocidad tal que permita alcanzar V2 antes de los 35 pies.

C. Una velocidad que proporcione al menos la velocidad mínima requerida para separarse de la pista.

D. Una velocidad que no provoque un incremento en la distancia de despegue si la rotación se inicia 5 nudos antes de la VR establecida, durante la aceleración con un motor inoperativo o 10 nudos antes de VR con todos los motores operando.

V 2

VELOCIDAD DE SEGURIDAD EN EL AIRE

V 2 Debe ser al menos 20% MAYOR a la velocidad de desplome (V S).

V 2 Debe ser al menos 10 % MAYOR a la velocidad mínima de control en el aire (V mca).

REND 11

VELOCIDAD DE SEGURIDAD AL DESPEGUE (V 2)

La velocidad de seguridad al despegue, es aquella que se debe alcanzar a los 35 pies sobre el terreno con un motor inoperativo, o la velocidad a la cual se tiene por lo menos 1.2 de VS, la que sea mayor.

La V2 correcta es el resultado de los procedimientos apropiados de rotación, lo que permite al avión mantener el gradiente específico en la pendiente ascensional.

V S

VELOCIDAD DE DESPLOME

La velocidad de desplome es la velocidad mínima de vuelo a la que se puede tener control sobre la aeronave con:

- *La posición más desfavorable del centro de gravedad (CG)*
- *Empuje cero, y*
- *El avión desacelerandose con un valor determinado de 1 nudo/seg.*

No deben presentarse encabritamientos del avión, pudiendose recobrar éste de la perdida mediante el uso de los controles de vuelo.

DISTANCIA DE DESPEGUE

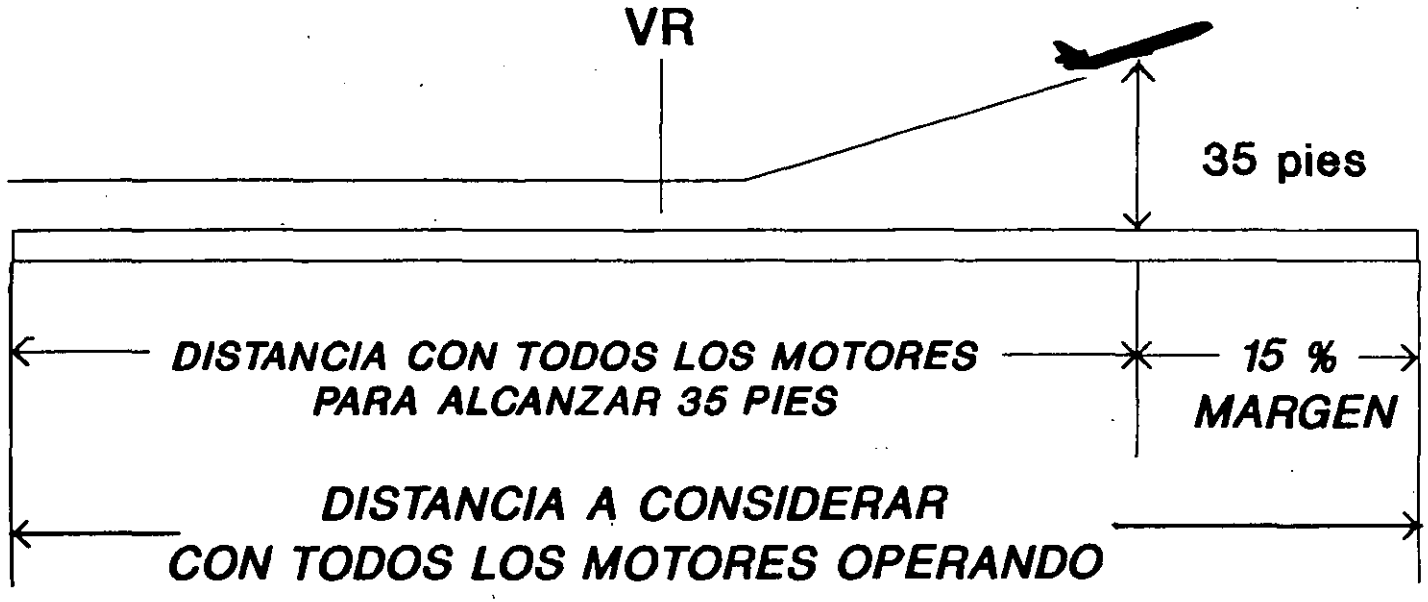
La distancia de despegue a considerar será la mayor de:

A. El 115 % de la distancia desde donde se inicia la carrera de despegue hasta alcanzar una altura de 35 pies con ambos motores operando, ó

B. La distancia desde donde se inicia la carrera de despegue hasta alcanzar 35 pies sobre la superficie de despegue con falla de motor al alcanzar V1

DISTANCIA DE DESPEGUE

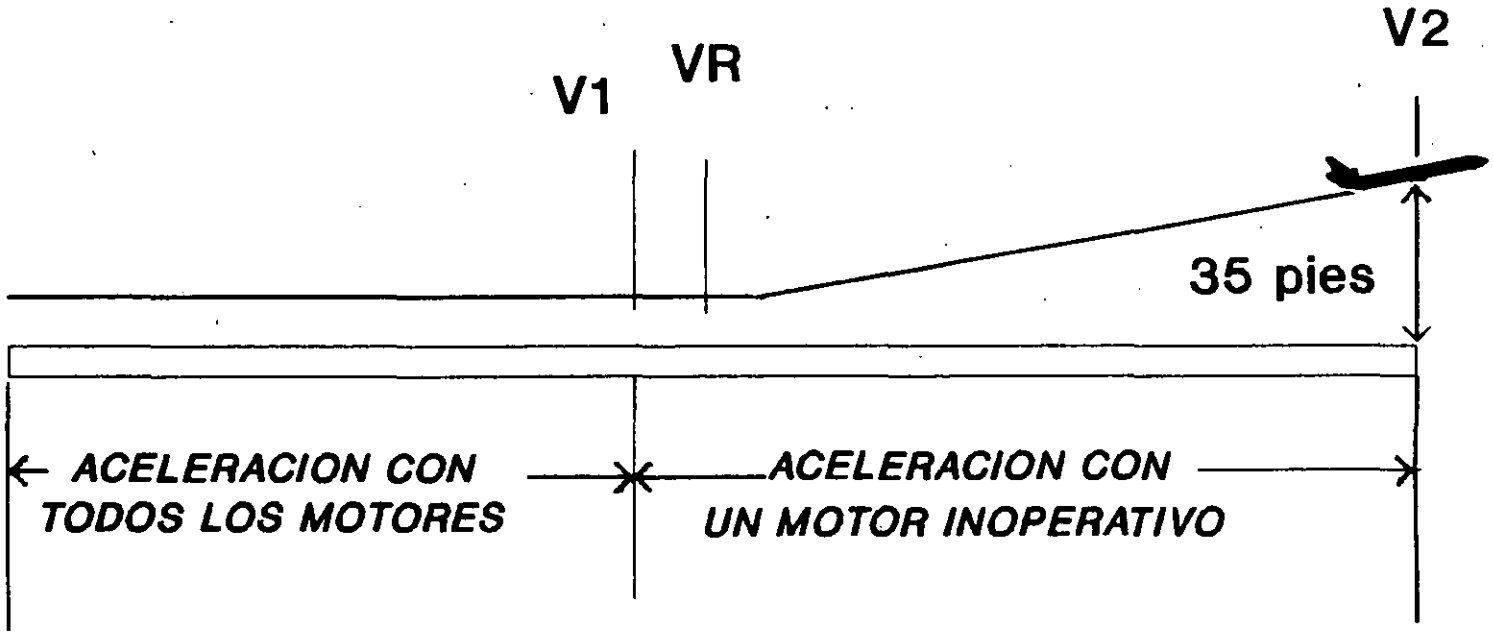
TODOS LOS MOTORES OPERANDO



REND 16

DISTANCIA DE DESPEGUE

UN MOTOR INOPERATIVO



REND 16

DISTANCIA DE ACELERACION PARADA

Esta distancia es la suma de las siguientes longitudes necesarias para acelerar la aeronave:

1. *Inicio de la carrera de despegue hasta V1,considerando falla de motor en V1,*

+

2. *La distancia recorrida entre la falla y el reconocimiento de esta por parte del piloto, y*

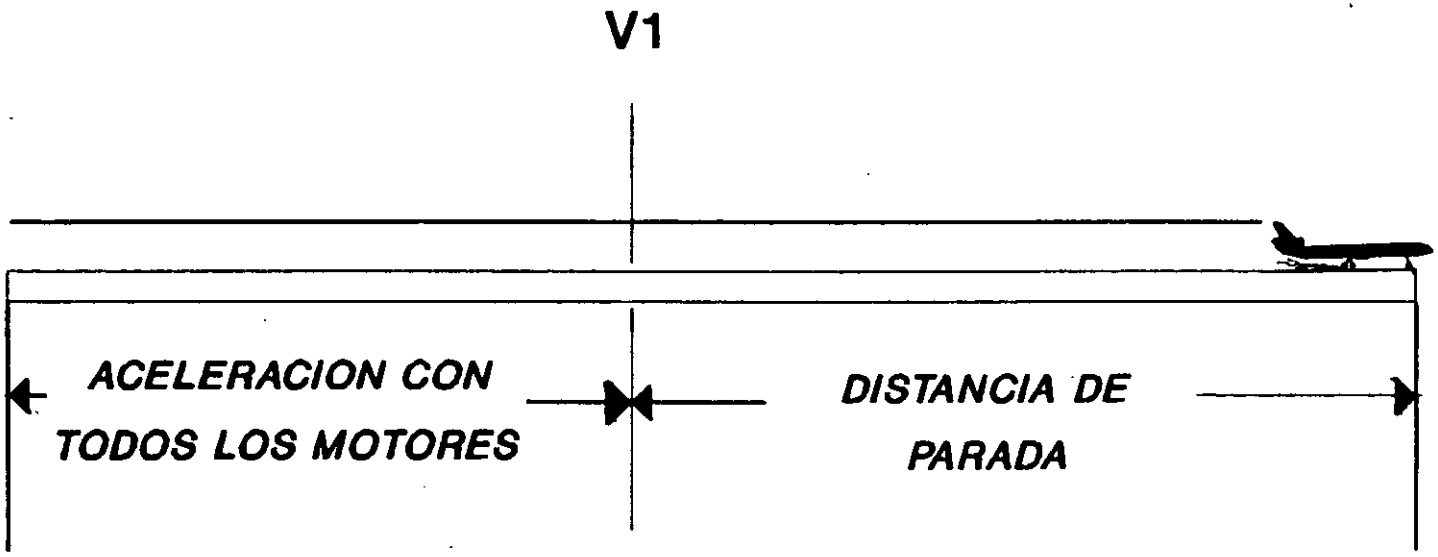
+

3. *La distancia necesaria para detener el avión totalmente.*

Para determinar esta distancia se considera el empleo de todos los medios normales de frenado,siempre que se haya demostrado que son confiables y no requieren de una destreza excepcional por parte del piloto.

LAS REVERSAS NO SE CONSIDERAN MEDIO NORMAL DE FRENADO.

DISTANCIA DE ACELERACION - PARADA

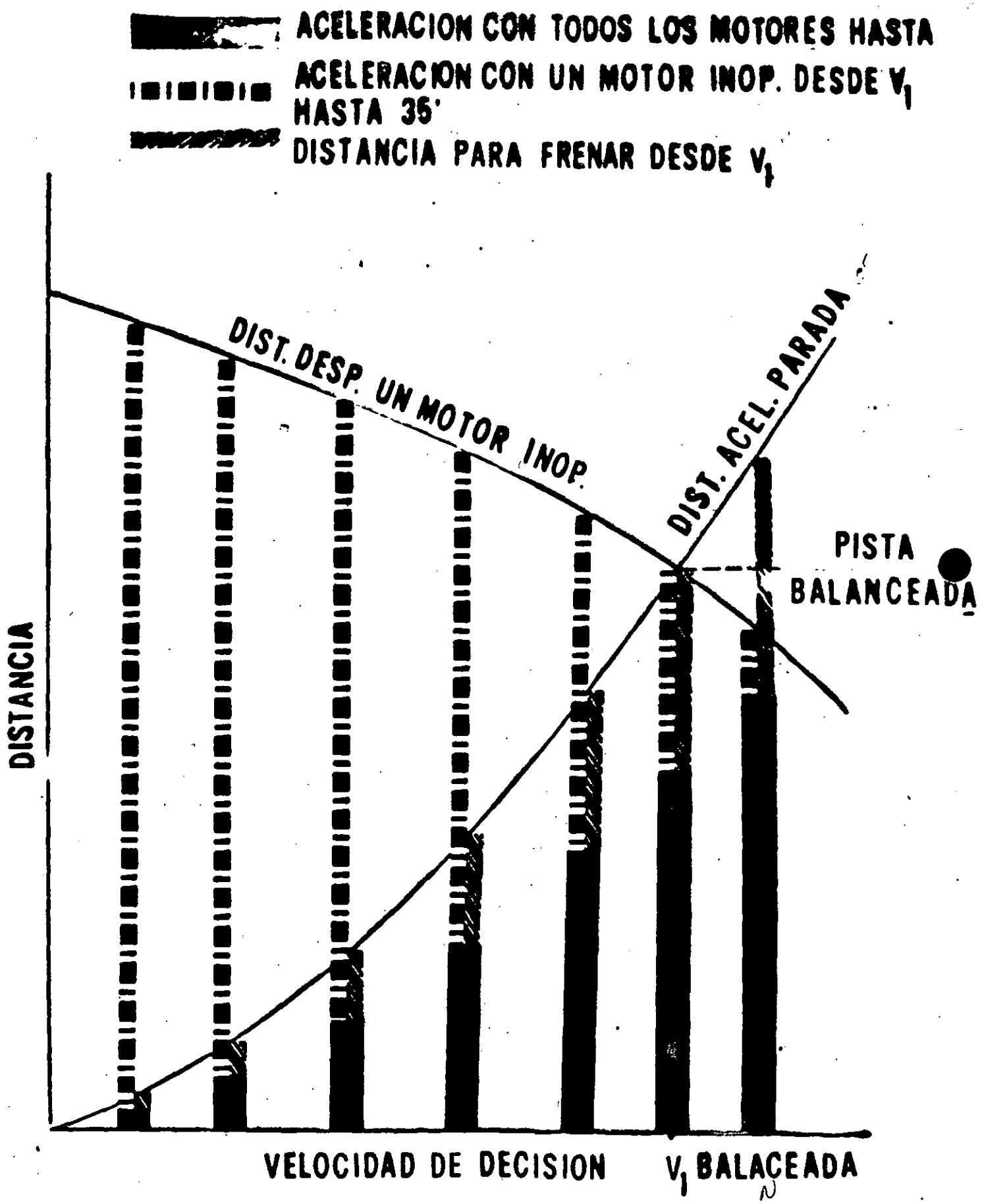


REND 18

CONCEPTO DE PISTA BALANCEADA

Pista balanceada es la condición en que la distancia de la distancia de despegue es igual a la distancia de aceleración parada.

ESTA DISTANCIA NO DEBE EXCEDER LA LONGITUD DE PISTA.


ACELERACION CON TODOS LOS MOTORES HASTA
ACELERACION CON UN MOTOR INOP. DESDE V_1 HASTA 35'
DISTANCIA PARA FRENAR DESDE V_1
DIST. DESP. UN MOTOR INOP.
DIST. ACEL. PARADA
PISTA BALANCEADA
DISTANCIA
VELOCIDAD DE DECISION
V_1 BALACEADA

REM 19.1

DESPEGUE

El peso de Despegue se ve limitado por:

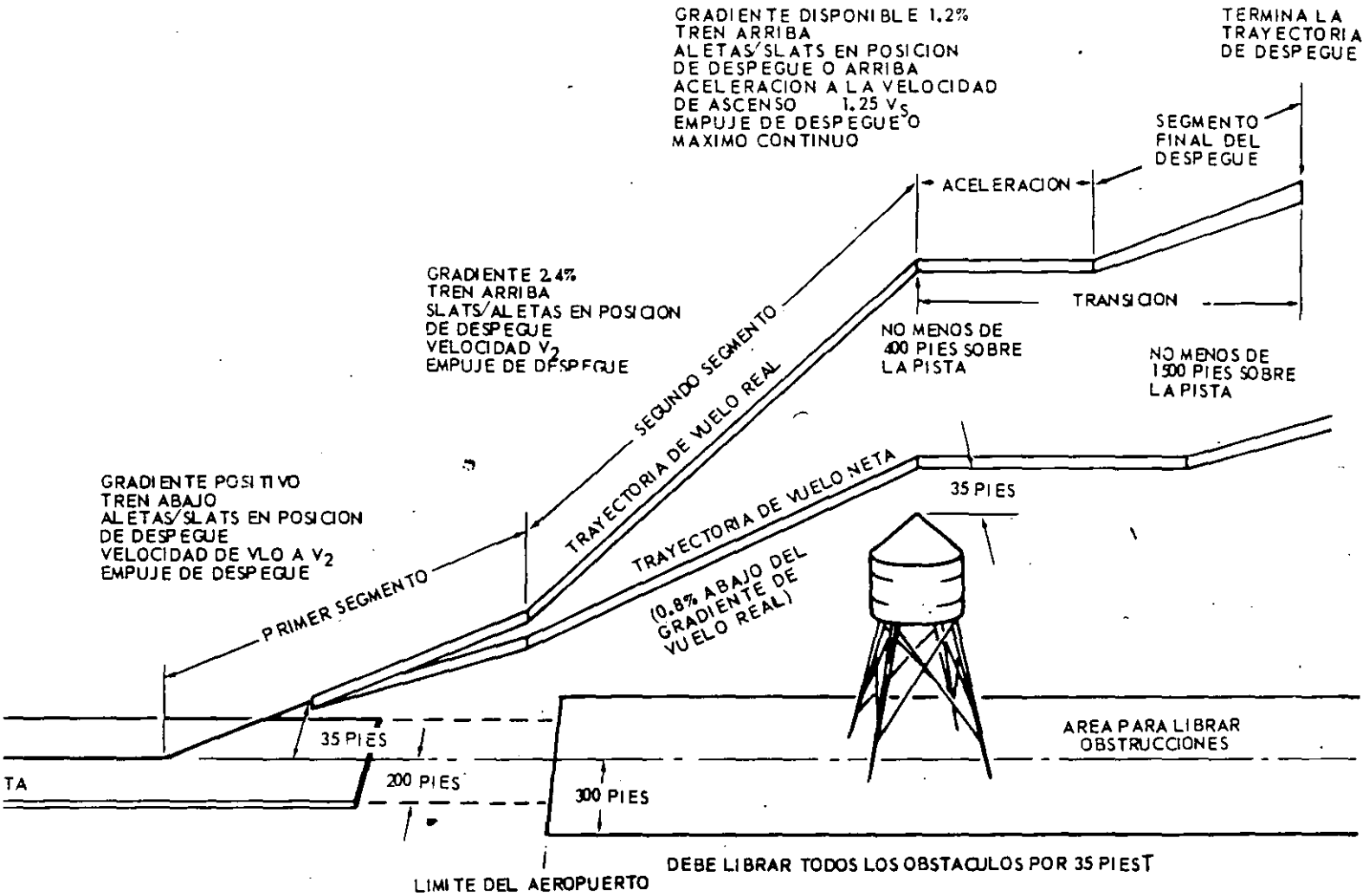
- *La Longitud de Pista*
- *Elevación del Aeropuerto*
- *Temperatura Ambiente*
- *Ajuste de Aletas*
- *Viento*
- *Pendiente de la Pista*
- *Purgas de Neumático de los Motores*
- *Limite de Velocidades de Llantas y Frenos*

TRAYECTORIA DE VUELO

La Trayectoria de Vuelo comienza donde termina la Distancia de Despegue, es decir, a 35 pies de altura y continua hasta el punto donde se alcanzan 1,500 pies sobre la superficie de despegue o en el punto donde se obtienen ya sea: 1) la velocidad de ascenso en el segmento final ó 2) la configuración de ruta, la que sea mayor.

Dicha Trayectoria se compone en segmentos los que son aplicables para el caso de falla de motor en V1.

PERFIL DE LA TRAYECTORIA DE DESPEGUE



21.1

TRAYECTORIA DE VUELO...

GRADIENTE DE ASCENSO

El Gradiente Ascensional o Gradiente de Ascenso que se emplea en los cálculos de Rendimiento durante los diferentes segmentos de la Trayectoria de Vuelo se refiere básicamente a una altura que corresponde a un porcentaje de la distancia horizontal recorrida, con viento CERO; en otras palabras, si el gradiente de ascenso es de 2.4 % se requerirá que por cada 1,000 pies (metros) recorridos horizontalmente, el avión deberá ascender 24 pies (metros).

TRAYECTORIA DE VUELO...

LIBRAMIENTO DE OBSTACULOS

La necesidad de Librar los obstáculos durante el despegue demanda que la Trayectoria de Vuelo Neta (mínima) supere todos los obstáculos con una altura de 35 pies, siempre que estos estén dentro de los límites del aeropuerto y entre los 200 pies a cada lado de la pista; o fuera de dichos límites entre los 300 pies a cada lado de la pista. Para determinar los rendimientos de la trayectoria de vuelo, el avión no debe inclinarse (virar) antes de alcanzar los 50 pies de altura y posteriormente el ángulo máximo de inclinación será de 15 .

(cont.)

TRAYECTORIA DE VUELO...

LIBRAMIENTO DE OBSTACULOS (Cont.)

La Trayectoria de vuelo Neta (mínima) se determina calculando la Trayectoria que realmente sigue el avión reduciendo un porcentaje al gradiente de ascenso. Dicha reducción depende del número de motores con que cuenta el avión, es decir:

0.8 % Aviones Bimotores (DC-9, B737, A320)
0.9 % Aviones Trimotores (DC-10, B727)
1.0 % Aviones Tetramotores (DC-8,B747, B707)

El problema de librar los obstáculos depende de la altura de éste y de su distancia al umbral de la pista, razón por la que cada una de ellas debe ser analizada en forma independiente.

SEGMENTOS EN LA TRAYECTORIA DE VUELO

PRIMER SEGMENTO

En este segmento las aletas y el tren de aterrizaje están abajo. El gradiente de ascenso debe ser positivo en todos los puntos.

SEGUNDO SEGMENTO

Este segmento se inicia en el momento que el tren de aterrizaje esta totalmente retractado y termina hasta que el avión alcanza una altura de por lo menos 400 pies sobre la pista. Se vuela a la velocidad V2 y debe cumplir con el gradiente de ascenso respectivo cuando el tren esté arriba. Para los bimotores el gradiente es de 2.4 %.

SEGMENTOS EN LA TRAYECTORIA DE VUELO...

SEGMENTO DE TRANSICION

- *Comienza a los 400 pies de altura en configura-figuración de despegue (tren completamente re-tractado) y con empuje de despegue.*
- *Finaliza en el punto donde se alcancen:*
  - ++ *Más de 1,500 pies (457 mts) de altura, ó*
  - ++ *La altura sobre la pista en la que se alcancen la configuración de Ruta y la Velocidad de ascenso en el segmento final.*

(cont.)

SEGMENTOS EN LA TRAYECTORIA DE VUELO...

SEGMENTO DE TRANSICION (Cont.)

- *El gradiente de ascenso 1.2% en todo el segmento.*

El perfil de la Trayectoria de despegue durante el segmento de transición variara dependiendo de la localización de los obstáculos y su altura.

La altura para la aceleración deberá seleccionarse de manera que la retracción de aletas y slats se complete antes de reducir el empuje de despegue.

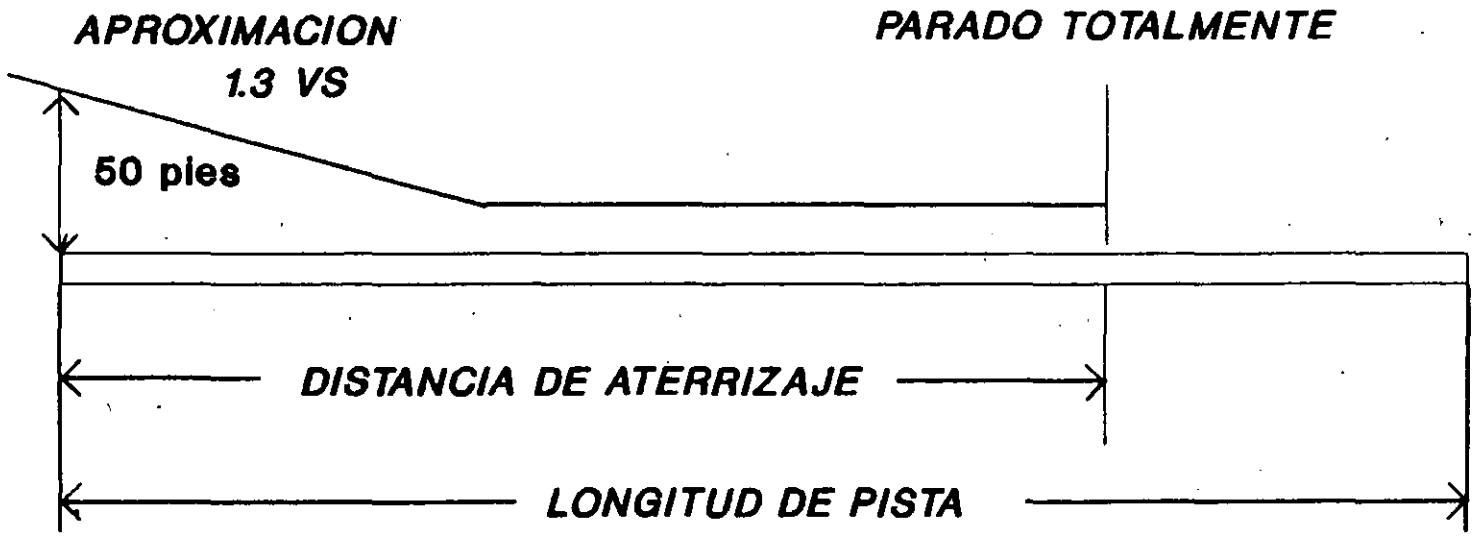
ASCENSO EN LA APROXIMACION

Con un motor inoperativo el peso de aterrizaje debe ser tal que en una configuración de aproximación sea posible realizar una ida al aire o una aproximación fallida cumpliendo con un cierto gradiente mínimo de ascenso.

DISTANCIA DE ATERRIZAJE

Es la distancia necesaria para hacer contacto con el terreno y lograr detenerse totalmente desde una altura de 50 pies, sobre el umbral de la pista y a una velocidad de entrada de 1.3 Vs. Esta distancia no debe superar al 60% de la pista disponible en el aeropuerto de destino, ni mayor al 60 % de la del aeropuerto alterno.

DISTANCIA DE ATERRIZAJE



REND 29

STOPWAY

ZONA DE PARADA

La Zona de Parada es una área que se extiende más allá de la pista, destinada por las autoridades del aeropuerto para usarse en el frenado del avión en el caso de un despegue abortado.

- *Su anchura no debe exceder al de la pista.*
- *Se localiza en una extensión del eje de la misma.*
- *La superficie debe ser capaz de soportar al avión durante un despegue abortado, sin provocarle daños estructurales al mismo.*
- *Sus características no deben diferir a las de una superficie de pista dura y sin protuberancias.*

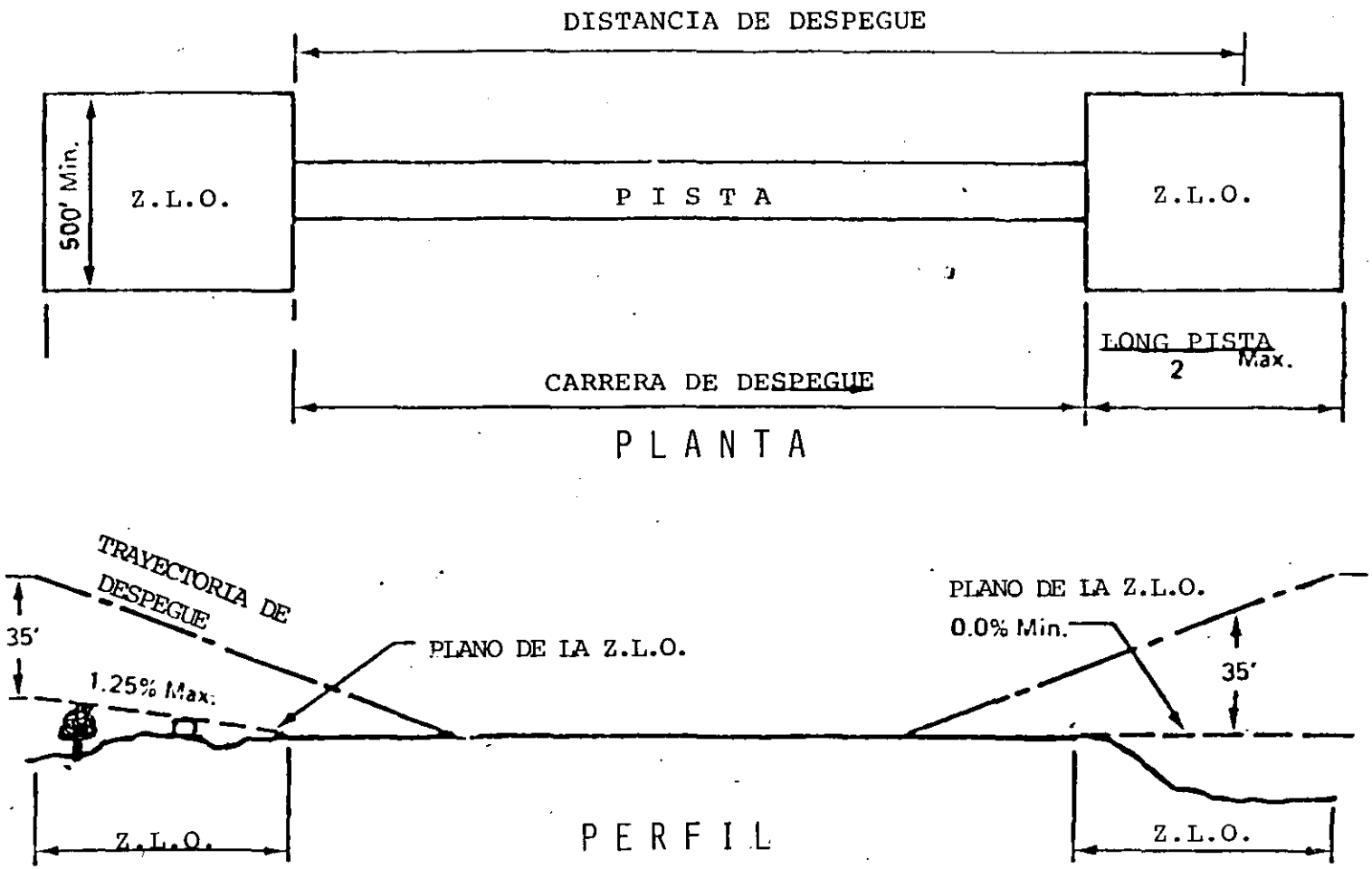
CLEARWAY

ZONA LIBRE DE OBSTACULOS

La Zona de Libre de Obstáculos es un plano libre de obstrucciones que se extiende desde el final de la pista hacia arriba, cumpliendo las siguientes normas:

- *Una pendiente que no exceda el 1.25 %.*
- *Un área más allá de la pista no menor de 500 pies de ancho que se extiende sobre el eje de la pista.*
- *No existen protuberancias u objetos salientes a excepción de las luces de umbral, siempre y cuando la altura no sea mayor a las 26 pulg. y se instalen a cada lado de la pista.*

(Cont.)



ZONA LIBRE DE OBSTACULOS (CLEARWAY)

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

ASA - OACI - UNAM

Del 29 de Agosto al 28 de Octubre de 1994

P R O Y E C T O

Ing. Roberto Sosa Garrido
Palacio de Minería
1994

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PISTAS, RODAJES Y PLATAFORMAS

Ing. Roberto Sosa Garrido

6.1 LA SECCION ESTRUCTURAL

Una de las funciones de mayor importancia de los aeródromos consiste en proporcionar, en los elementos de operación terrestre, estructuras estables, permanentes, durables y que permitan el rodamiento de las aeronaves modernas, en forma expedita, segura, cómoda y económica.

Dichas estructuras están integradas por el terreno de cimentación, las terracerías y el pavimento. Obviamente el comportamiento del conjunto estará regido por las características de cada una de las partes componentes, así como por su interacción. No es posible alcanzar éxito en el diseño y construcción de los pavimentos de una aeropista, sin considerar el comportamiento de las terracerías y/o el terreno de cimentación. De aquí la importancia de los estudios geotécnicos que han de realizarse en el área del aeródromo.

La superestructura de estos elementos, conocida propiamente como pavimento, está constituida por un sistema de capas múltiple, cuya función es la de permitir, en una forma eficiente, la operación de las aeronaves a la velocidad de aterrizaje, circulación o despegue, con seguridad, comodidad y economía.

Esta superestructura siempre deberá estar apoyada sobre una capa fundamental que se denomina capa subrasante, la cual, a su vez, se desplanta sobre las camas de los cortes o sobre los terraplenes, los cuales vienen a constituir las terracerías.

Conforme al tipo de superficie de rodamiento o carpeta, con que usualmente se construyen, estas estructuras se han clasificado en los dos tipos que se describen en seguida:

6.1.1 Pavimentos asfálticos

Los pavimentos de este tipo están conformados comúnmente por una carpeta, construida con agregados pétreos adheridos con productos asfálticos, una base y una sub-base. Las capas subyacentes a la carpeta se constituyen empleando agregados pétreos debidamente procesados, de calidad adecuada y densificados por medios mecánicos (compactación); en muchos proyectos conviene emplear, sobre todo en la capa de base, aditivos o cementantes (cal, cemento Portland, o asfalto), para mejorar sus propiedades mecánicas.

En la fig. 6.1 se presenta la sección típica de un pavimento asfáltico en una aeropista.

La estructura de un pavimento de tipo asfáltico debe tener capacidad de resistir, en sí misma, tanto las aplicaciones repetidas de las cargas de las aeronaves (resistencia a la fatiga), como la acción del intemperismo, durante toda su vida útil (durabilidad).

Por su parte, la carpeta asfáltica tiene, como funciones primordiales, fungir como superficie de rodamiento

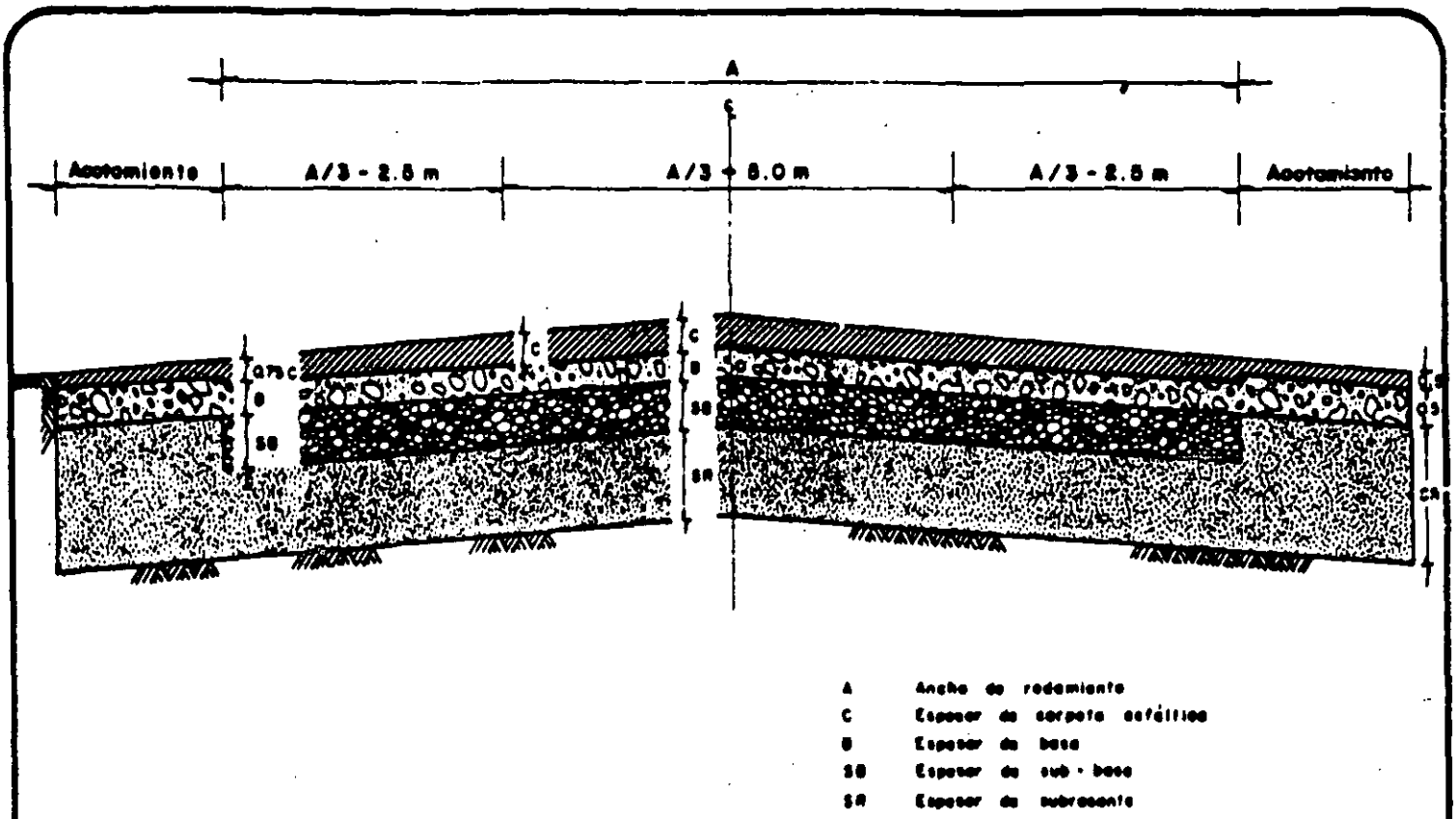


Fig. 6.1 Componente de un pavimento asfáltico

antiderrapante, ser resistente a la acción erosiva del agua que escurra sobre élla y absorber los esfuerzos de tensión y tangenciales generados por los neumáticos de las aeronaves.

Las capas de sub-base y base son fundamentalmente responsables de asimilar los esfuerzos cortantes producidos por el tránsito, transmitiéndolos al nivel tolerable requerido por la capa subrasante, así como tener permeabilidad apropiada, para permitir la salida del agua que llegará a infiltrarse en esta parte de la estructura. Esta condición de material filtrante es más necesaria en la capa de sub-base, quien, a su vez, debe impedir el ascenso de finos através del pavimento, provenientes de las capas subyacentes, al incrementarse su contenido de agua y alcanzar una consistencia líquida.

6.1.2 Pavimentos de concreto

Su estructuración se logra mediante la construcción de losas de concreto de cemento Portland, coladas "in situ", apoyadas sobre una sub-base, la que a su vez está sustentada por la capa subrasante. En este caso la

losas, que trabajan a la tensión por flexión, son al mismo tiempo los elementos resistentes a la superficie de rodamiento.

En la fig. 6.2 se muestra una sección estructural típica del pavimento de concreto de una plataforma de operaciones.

Contra lo que acontece en las carpetas asfálticas, las losas de concreto no son atacadas por los solventes o combustibles derramados en su superficie; por tal motivo, este tipo de pavimento resulta útil especialmente en áreas sujetas a estos problemas, como son las plataformas o hangares.

Este tipo de pavimentos puede construirse de concreto simple o reforzado, existiendo también, en muy contados casos, pavimentos de concreto presforzado.

La subbase constituye el apoyo de las losas y funciona propiamente como capa de transición entre la rigidez de las losas y la de las terracerías. Actúa también como capa drenante, que controla el fenómeno de bombeo, la acción de las heladas y la contracción o expansión de las terracerías, proporcionando, además, mayor facilidad constructiva.

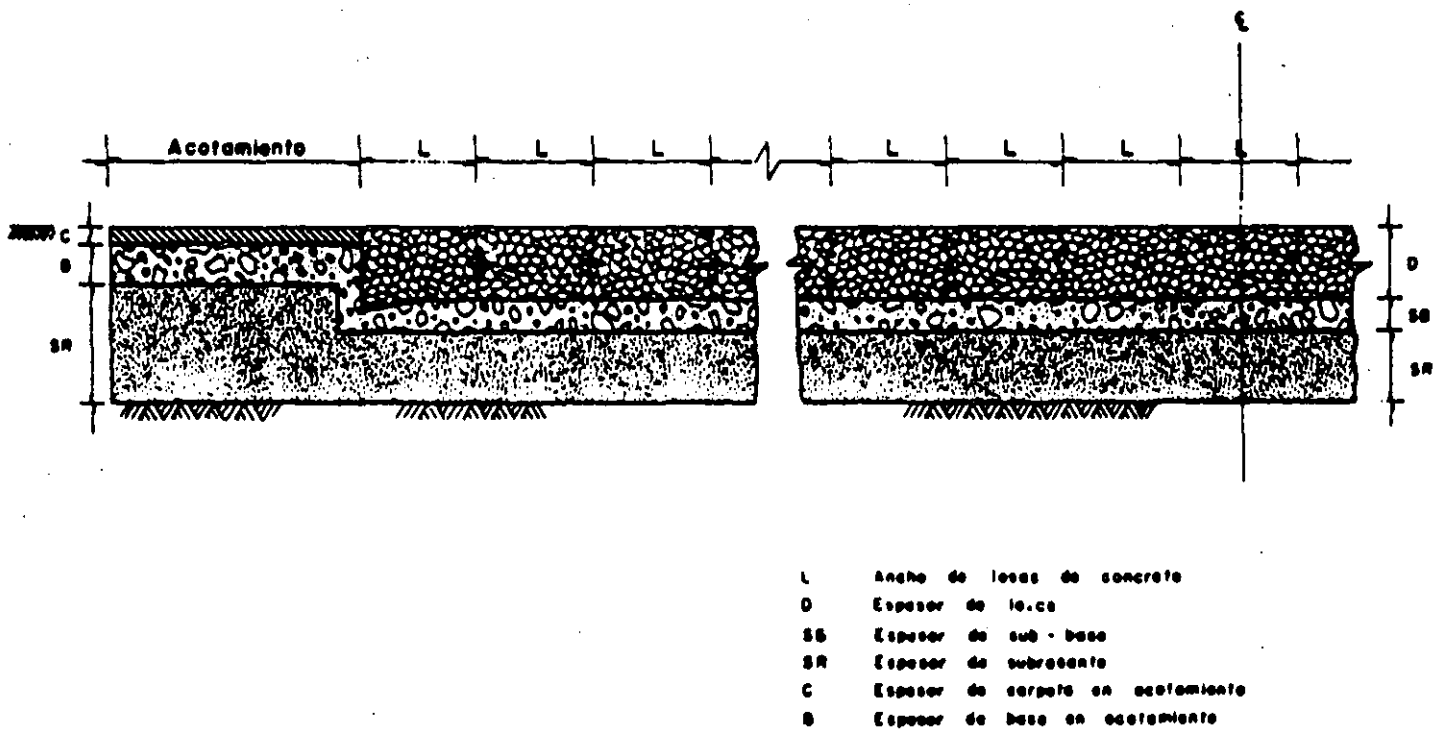


Fig. 6.2 Sección estructural de un pavimento de concreto

6.2 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

En algunas instituciones se ha reconocido que, en los pavimentos como sistema estructural, la respuesta final a la acción de las variables que intervienen en su comportamiento consiste en la falla del propio sistema. No obstante, ha resultado difícil definir la falla como tal; en muchos casos es materia de opinión subjetiva, de acuerdo al tipo, extensión y severidad de los daños que exhiba el pavimento y a la exigencia del observador mismo. En realidad los daños que se van generando a lo largo de la vida útil de un pavimento no son sino síntomas de la evolución progresiva de su falla.

En los aeródromos se pueden distinguir principalmente dos tipos o modos de falla, según se clasifican en seguida.

6.2.1 Falla estructural

Este tipo de falla implica el colapso de la estructura. En el caso de los pavimentos de concreto esta falla se evidencia por la aparición de grietas que interesan a todo el espesor de las losas, sobre todo en sus esquinas, y denotan la incapacidad del sistema para soportar las cargas impuestas por los neumáticos de las aeronaves, al rebasarse la resistencia a la tensión por flexión del concreto. De hecho estos daños se presentan como consecuencia de la acción repetida de las cargas, fenómeno que se conoce como "fatiga".

En los pavimentos asfálticos la falla estructural se hace patente por la acumulación de deformaciones permanentes excesivas (falla de índole plástica) o de grietas del tipo "piel de cocodrilo", a causa deflexiones intolerables (fatiga).

En la fig. 6.3 se ilustra el mecanismo de falla estructural, de tipo plástico, para pavimentos asfálticos, propuesta por Hveem (ref. 6.1). De este modelo se infiere que la capacidad portante de un pavimento asfáltico se debe a la interacción de la resistencia a la tensión de la carpeta asfáltica y la resistencia al esfuerzo cortante de las capas inferiores y, además, que la falla plástica se debe a la acumulación de las deformaciones plásticas del sistema.

En pavimentos de tipo asfáltico de aeródromos se puede definir como falla estructural de tipo plástico, cuando las deformaciones permanantes (roderas) tengan valores de 1 cm o mayores, bajo una regla de 3 m.

La falla por fatiga se puede fij-- cuando las deflexión caracteristi ($\delta^{\wedge}$) del pavimento alcance valores de 40×10^{-3} pulg, medidas con viga Benkelman.

6.2.2 Falla funcional

El segundo modo de fallar que tienen los pavimentos es el de tipo funcional, que puede o no ir acompañado de falla estructural. Esencialmente la falla funcional consiste en la incapacidad del pavimento de seguir cumpliendo con las funciones para las que fue proyectado (ref. 6.2); involucra principalmente los aspectos de comodidad, seguridad y bajos costos de operación que la superficie de rodamiento debe proporcionar a las aeronaves. En la fig. 6.4 se ilustran los modelos de falla funcional que se pueden presentar en una aeropista, según la evolución de sus condiciones de aspereza y/o coeficiente de fricción de superfice de rodamiento.

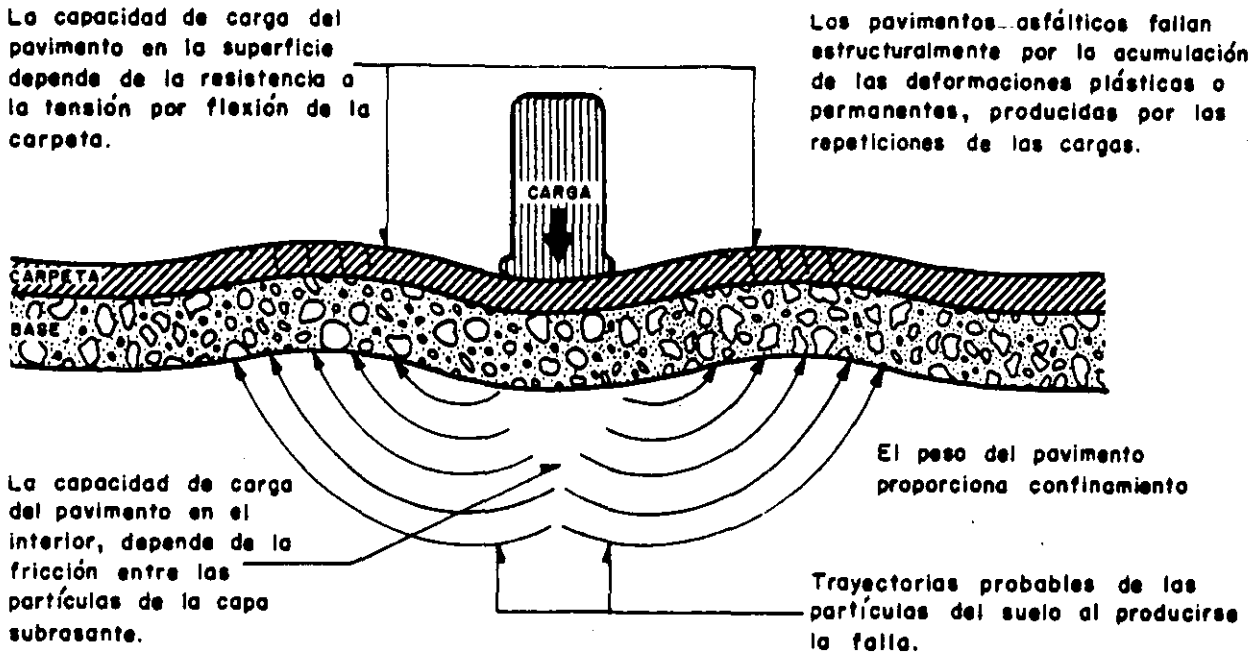


Fig. 6.3 Modelo de falla estructural de un pavimento asfáltico

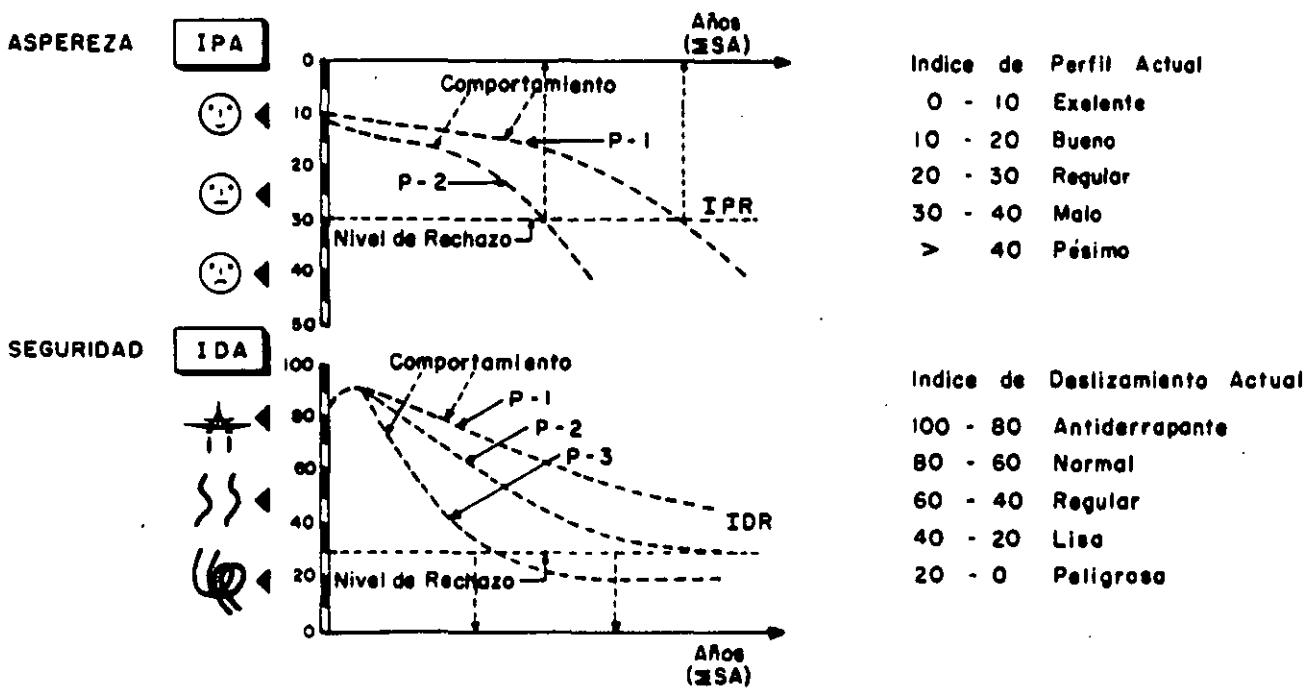


Fig. 6.4 Modelos de falla funcional de pavimentos
(Análisis de comportamiento superficial)

Un pavimento con un bajo coeficiente de fricción o con áreas susceptibles de encharcarse, provocando con facilidad el fenómeno de acuaplaneo, puede resultar muy insegura en su operación y presentar una seria falla de tipo funcional. Asi mismo, irregularidades severas en la misma superficie (aspereza) pueden causar esfuerzos inconvenientes en las aeronaves o provocar decisiones inseguras por parte de los pilotos, en las operaciones de despegue.

En los aeródromos, la falla de tipo funcional normalmente se presenta antes que las fallas de tipo estructural, ya que deformaciones permanentes relativamente pequeñas causan irregularidades superficiales que impiden la operación segura de aeronaves, sin que por ello se rebase la resistencia estructural de los pavimentos.

Otro aspecto que puede producir la falla funcional en los aeródromos es el desprendimiento de partículas sólidas de la superficie; cuando este fenómeno se generaliza, se acentúa la probabilidad de accidentes por los daños que pueden producir tales particulas en las propelas o turbinas de las aeronaves.

Los criterios de falla funcional en aeropistas, que ha establecido el Organismo Aeropuertos y Servicios Auxiliares de México, son los siguientes:

Indice de Perfil (IPR), determinado con el perfilógrafo tipo California, en tramos de 160 m, (ref 6.8):	30 máximo
Coeficiente de fricción, medido con la superficie mojada, a 75 km/h, en el aparato "Mu Meter" (μ): (ref. 6.5)	0.30 minimo

Mediciones periódicas de am' parámetros, incluso desde rec terminada la construcción del pavimento, asi como el análisis de la evolución de sus deterioros, dan lugar al conocimiento de su comportamiento, según se muestra en la fig. 6.4.

6.3 LAS VARIABLES DEL SISTEMA

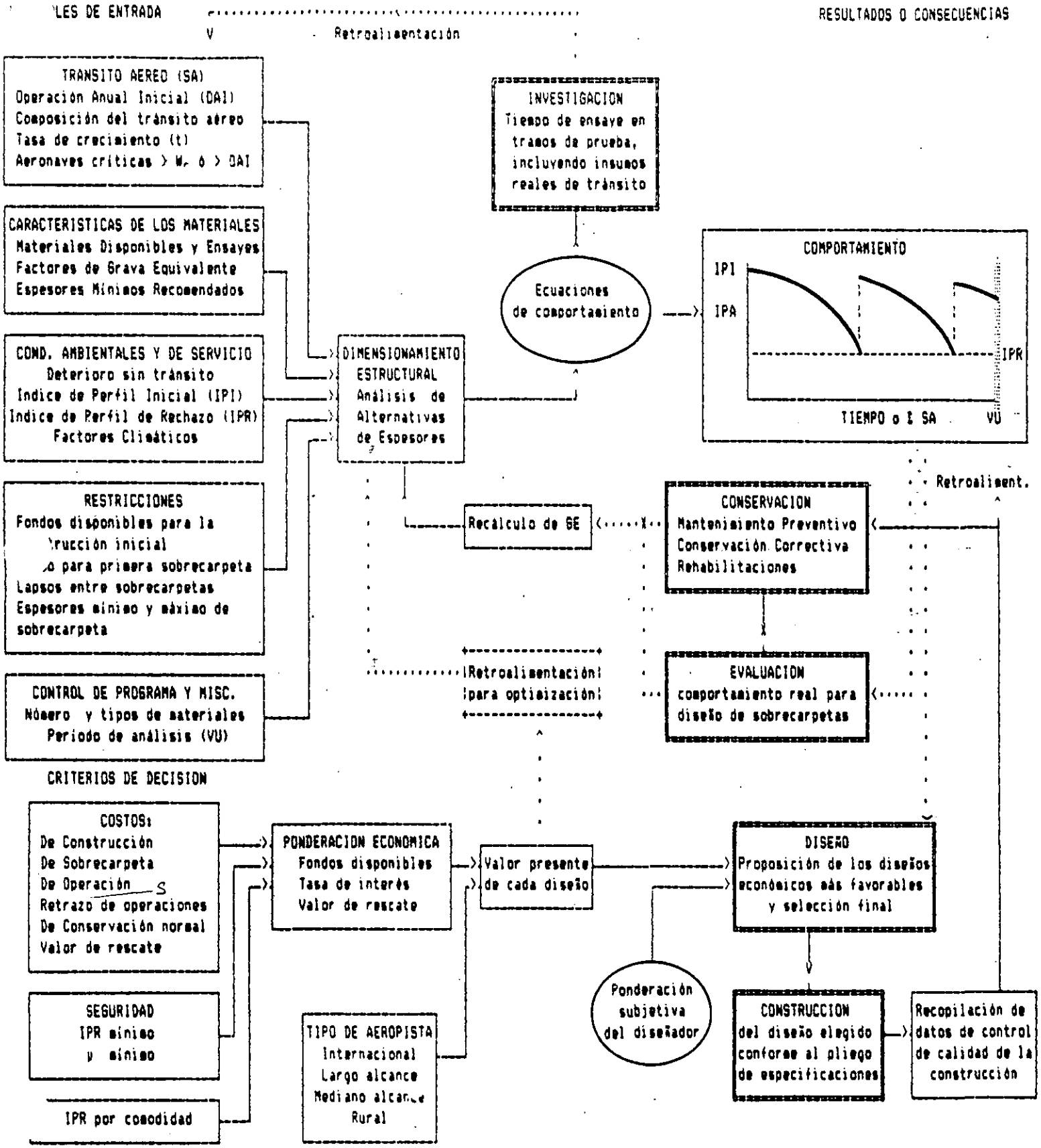
La optimación en el diseño estructural de pavimentos implica el análisis y la interacción de las variables que intervienen y determinan su comportamiento.

Conforme a la moderna concepción de los Sistemas de Administración de Pavimentos (PMS), cuyo diagrama general se presenta en la fig. 6.5 (ref. 6.2) y en el cual intervienen las actividades necesarias Planeación, Diseño, Construcci Conservación, Evaluación e Investigación, las variables más significativas son las siguientes:

- El tránsito
- La caracteristicas de los materiales disponibles
- Las condiciones ambientales y de servicio
- Los procedimientos y los niveles de calidad de la construcción
- El tipo, nivel de calidad y programas de conservación
- Los criterios de decisión
- Las condiciones restrictivas del proyecto

La interacción de estas variables, a lo largo de su vida útil dan como resultado o consecuencia inmediat la evolución o comportamiento y,

Fig. 6.5 DIAGRAMA DEL PMS PARA AEROPISTAS



última instancia a fallas de tipo estructural (roturas, distorsiones y/o desintegraciones) o funcional (operaciónes incómodas, inseguras y/o antieconómicas o ineficientes.

La ponderación del comportamiento (evaluación e investigación), en función del tránsito acumulado, retroalimenta el sistema para la optimación de futuros proyectos.

Las variables intrinsecas del sistema que intervienen en su diseño son fundamentalmente los espesores de cada una de las capas, sus alternativas de estructuración, las caracteristicas de los materiales que las componen, sus propiedades de resistencia y deformabilidad, su contenido de agua, etc.

Los criterios de decisión de un proyecto dado se fundamentan en los costos de las alternativas y estrategias de refuerzo estudiadas, fondos disponibles, diferencial de tasas de interés vs inflación, los niveles de seguridad y comodidad deseados y otras consideraciones diversas, tales como problemas de índole socioeconómico y político.

Las condiciones restrictivas que se le imponen normalmente a un proyecto son los fondos disponibles, los espesores mínimos de cada capa y tiempos mínimos entre sobrecarpetas.

6.4 PROCESO PARA UN PROYECTO DE PAVIMENTOS

Para la realización de los proyectos de pavimentos se requieren realizar algunos estudios y análisis, en base a las condiciones impuestas por el propio proyecto, su planeación y las restricciones inherentes. El esquema de la fig. 6.6 muestra el proceso para la consecución de un proyecto de pavimentación.

6.4.1 Datos del Tránsito Aéreo

Los principales datos necesarios, relativos al tránsito aéreo, operarán en el aeródromo por proyectar, son los siguientes:

Los tipos de aeronaves

Su frecuencia u Operación Anual Inicial (OAI)

La tasa de crecimiento (t), de acuerdo con la política de adquisición de equipos de cada empresa

Los factores considerados y los análisis para valuar el tránsito equivalente se tratan en el Capítulo 6.5.

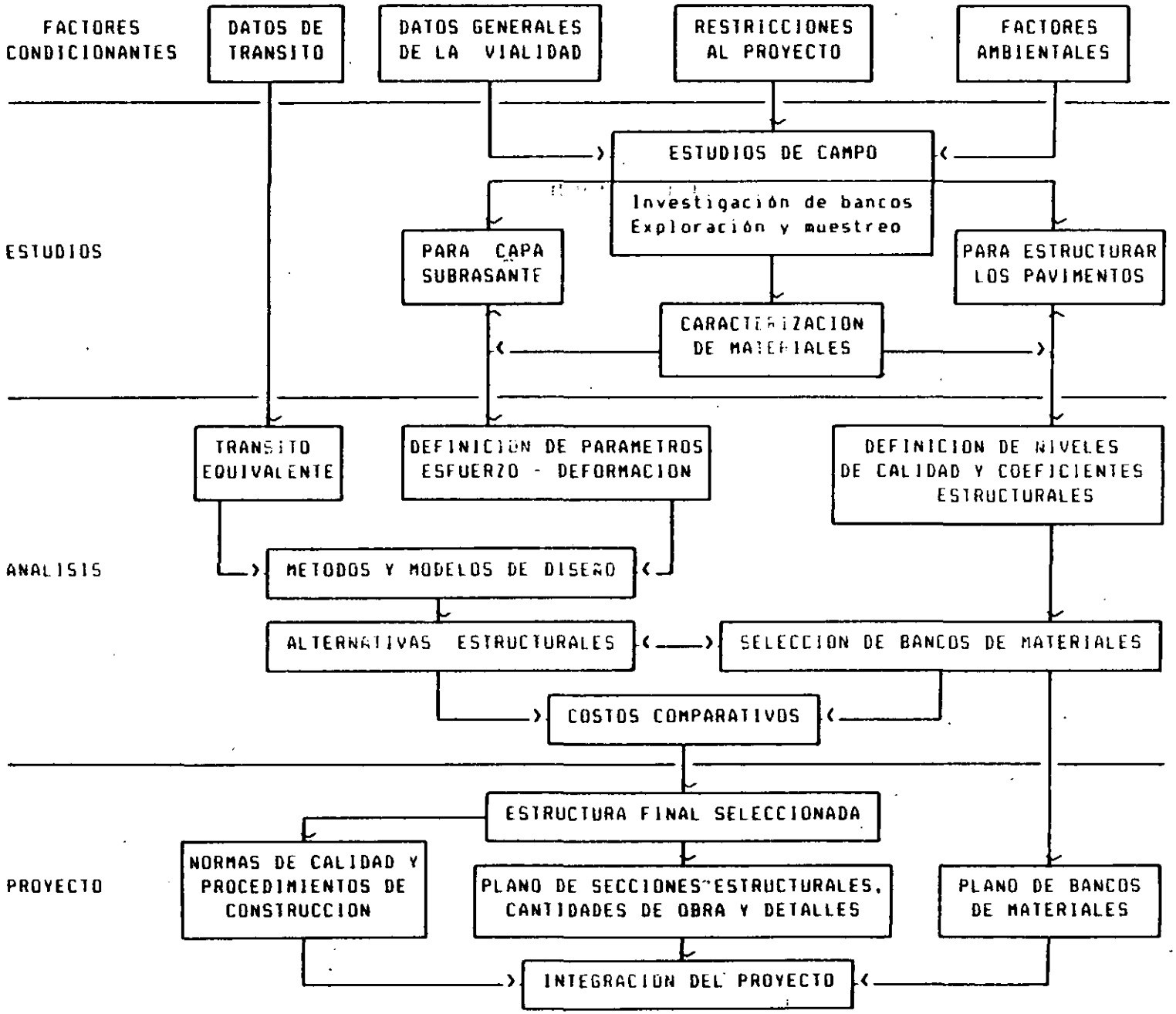
6.4.2 Datos de la geometría en los elementos de operación terrestre

La ubicación del aeródromo, sus condiciones topográficas y el proyecto geométrico de los elementos de operación terrestre, son los datos generales de mayor interés para el desarrollo del diseño de la estructura de los pavimentos.

Dado que los deterioros más severos de una aeropista ocurren en aquellos sitios donde las aeronaves se estacionan o transitan a bajas velocidades, es muy importante definir las zonas sujetas al tránsito más critico.

En contraste con las carreteras, el mayor número de repeticiones de carga se produce al centro de las áreas pavimentadas de los aeródromos; por otra parte, los efectos de la canalización del tránsito son más evidentes en las calles de rodaje que en el tramo central de la aeropista. Estos hechos hacen posible diseñ secciones estructurales de diferen

Fig.6.6 PROCESO PARA DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS



resistencia, dependiendo del área de rodamiento por proyectar.

En la fig. 6.7 se ilustran las áreas típicas por pavimentar de un aeródromo y los criterios de reducción de espesores, por efecto del rodamiento de las aeronaves, conforme a la práctica recomendada por la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos (ref.6.3).

6.4.3 Factores Ambientales

Los condicionantes ambientales de mayor importancia se refieren a los factores climáticos regionales, la posición del nivel freático y la geología de la zona, para prever problemas geotécnicos y conocer la disponibilidad de materiales para estructurar los pavimentos.

6.4.4 Factores Restrictivos

Normalmente las restricciones que tiene un proyecto son:

Espesores mínimos recomendables de cada capa que constituirá la estructura del pavimento, incluyendo los correspondientes a las sobrecarpetas

Los fondos disponibles tanto para la construcción inicial, como para los programas de conservación, rehabilitaciones y refuerzos con sobrecarpetas.
Lapsos mínimos para la colocación de la primera sobrecarpeta y entre las sobrecarpetas subsecuentes

Vida útil prevista o periodo de análisis

Materiales disponibles

Indices mínimos de Seguridad y Operación (IPR y U)

Retrasos permisibles durante los trabajos de conservación o rehabilitación

En lo que sigue, se abordarán los temas relativos a los estudios, análisis, métodos de diseño y la forma de presentar los proyectos estructurales de pavimentos

6.5 ANALISIS DEL TRANSITO AEREO

El tránsito aéreo es una de las variables más significativas en el diseño estructural de aeropistas. Los factores que lo conforman, se detallan en la siguiente lista y también se presentan en la fig. 6.8, en donde se comparan, cuando se trata de carreteras o aeropistas:

El peso total de las aeronaves

El número y arreglo de las ruedas

La descarga por rueda

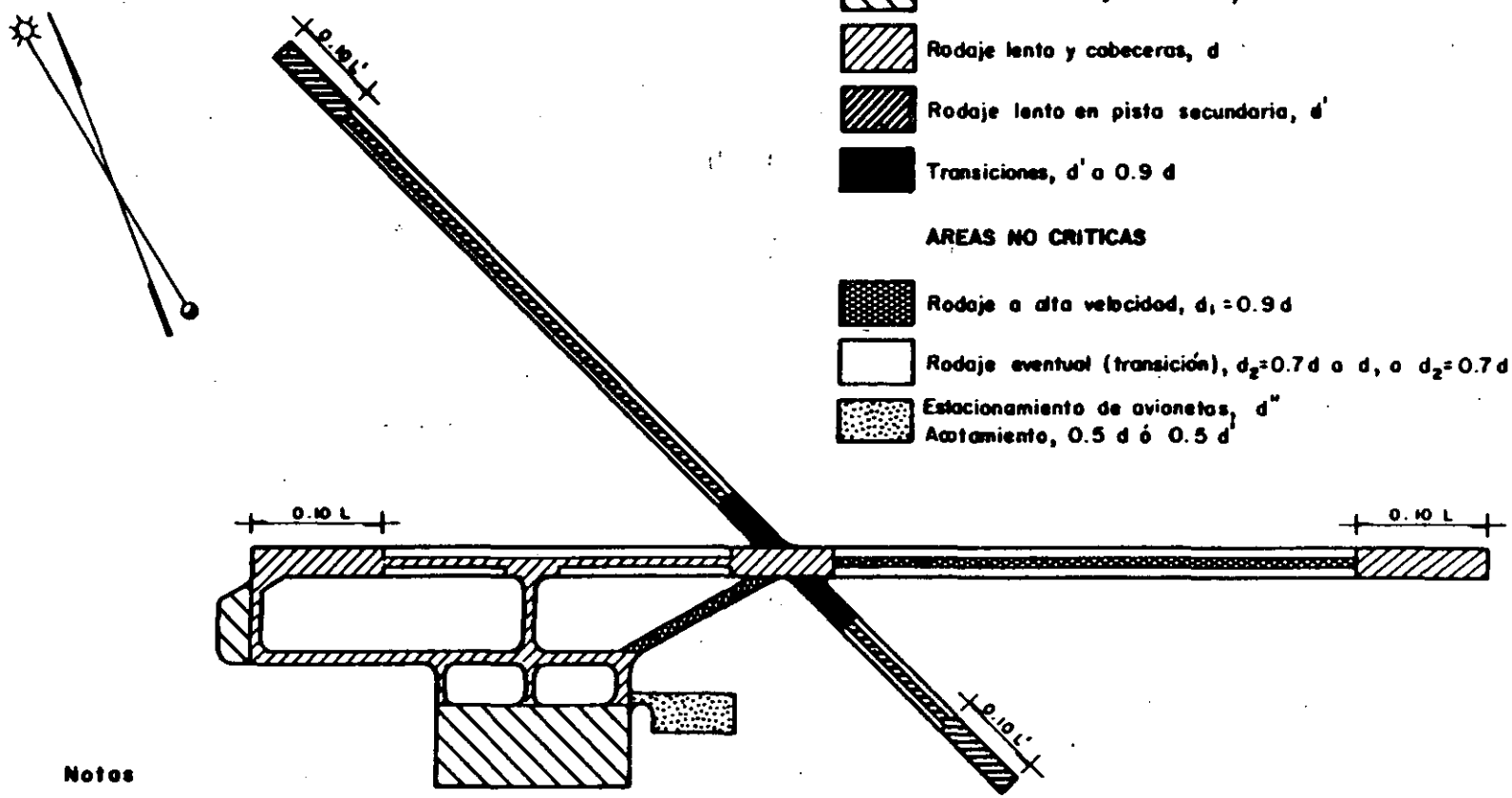
La presión de contacto, transmitida por los neumáticos

El número de repeticiones o frecuencia de las cargas

Los efectos estáticos o dinámicos de las cargas

La mezcla de los diversos tipos de aeronaves
La tasa de crecimiento

Debido al indiscutible progreso de la aeronáutica civil, los parámetros anteriores tienen una amplísima variación que complica enormemente el problema de valuar el efecto del tránsito aéreo en los pavimentos.



SIMBOLOGIA

AREAS CRITICAS

- Estacionamiento y maniobras, d
- Rodaje lento y cabeceras, d
- Rodaje lento en pista secundaria, d'
- Transiciones, d' a 0.9 d

AREAS NO CRITICAS

- Rodaje a alta velocidad, $d_1 = 0.9\,d$
- Rodaje eventual (transición), $d_2 = 0.7\,d$ a d, o $d_2 = 0.7\,d$ a 0.9 d
- Estacionamiento de avionetas, d''
- Acotamiento, 0.5 d ó 0.5 d'

Notas

Pista principal

L Longitud de la pista principal
d Espesor de diseño (áreas críticas)

Pista secundaria

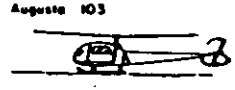
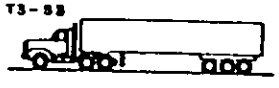
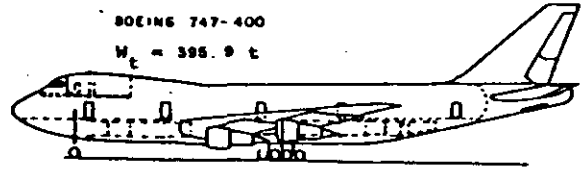
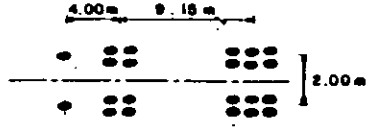
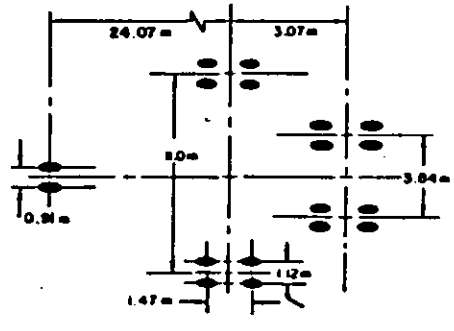
L' Longitud de la pista secundaria
d' Espesor de diseño (áreas críticas)

Plataforma de avionetas

d'' Espesor de diseño

Fig. 6.7 Areas de rodamiento en aeródromos

FIG. 6.8 COMPARACION ENTRE LOS FACTORES DEL TRANSITO QUE AFECTAN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CARRETERAS Y AERODROMOS

FACTORES		CARRETERAS	AERODROMOS
Magnitud de las cargas	por elemento, en t por rueda, en t	0.8 a 22.5, por eje 0.4 a 5.0, por rueda	0.24 a 95.42, por pierna 0.24 a 23.90, por pierna
Presión de inflado máxima		5.8 kg/cm²	15.9 kg/cm²
Vehiculo tipo	más ligeros	 Peso total W_t = 2 t	 W_t = 0.48 t
	más pesados	 W_t = 59 t	
Configuraciones y disposiciones más criticas de las llantas			
Número de elementos de descarga		de 2 a 6 ejes (4 a 12 ruedas)	de 3 a 5 piernas (3 a 18 llantas)
Elemento de diseño		Eje sencillo de 8.2 t; P_c=5.8 kg/cm²	Aeronave más frecuente (DAI) o con peso por llanta mayor (Wr)
Velocidad máxima de circulación		150 kph	300 kph
Efecto del impacto		Hasta dos veces la carga estática	Intrascendente
Vida útil normal de proyecto		15 años (pavimento asfáltico) 30 años (pavimento de concreto)	20 años (pavimento asfáltico) 20 años (pavimento de concreto)
Geometría de rodamiento		2.75 m a 3.65 m, por carril	23 m, rodajes; 45 m, aeropistas; > 80 m plataformas
Frecuencia de cargas	por capacidad acumuladas	hasta 2000 automóviles por hora 10^5 a 10^8 ejes estándar de 8.2 t	de 45 a 99 operaciones por hora $25x10^4$ a $5x10^5$ salidas de la aeronave de diseño
Banda critica de rodamiento		de 20 a 70 cm de la orilla externa	en la franja central de 15 m de ancho de los rodajes

De esta manera, la tecnología en pocas anteriores adoptó la práctica de seleccionar la aeronave de diseño, con base en la llamada "carga equivalente", que por definición es la rueda simple que produce, para una profundidad dada, los mismos esfuerzos o deformaciones que el sistema de carga real (ref. 6.4).

6.5.1 Procedimiento de la FAA (OACI)

Actualmente la FAA ha elegido el concepto de "Tránsito Equivalente" a la aeronave de diseño, que puede ser la más frecuente o la más pesada, en términos de igualdad de daños, respecto a los que realmente producen las operaciones de las aeronaves que concurren a un aeródromo (ref. 6.3).

Para fijar el parámetro de tránsito se hace necesario primeramente conocer las características de las aeronaves, en lo referente a las descargas que transmiten como son:

a) El tipo y configuración del tren de aterrizaje. Con estos detalles es posible determinar de que modo se distribuye el peso de la aeronave en el pavimento. Cada fabricante de aeronaves define el número, tipo y separación de llantas de cada pierna. En la actualidad existen aeronaves con dos, tres y hasta cuatro piernas en el tren de aterrizaje. Los arreglos de las llantas pueden ser de rueda sencilla, ruedas gemelas o de arreglo en bogie (tandem). La fig. 6.9 muestra las diversas disposiciones descritas y las literales que determinan sus respectivas geometrías.

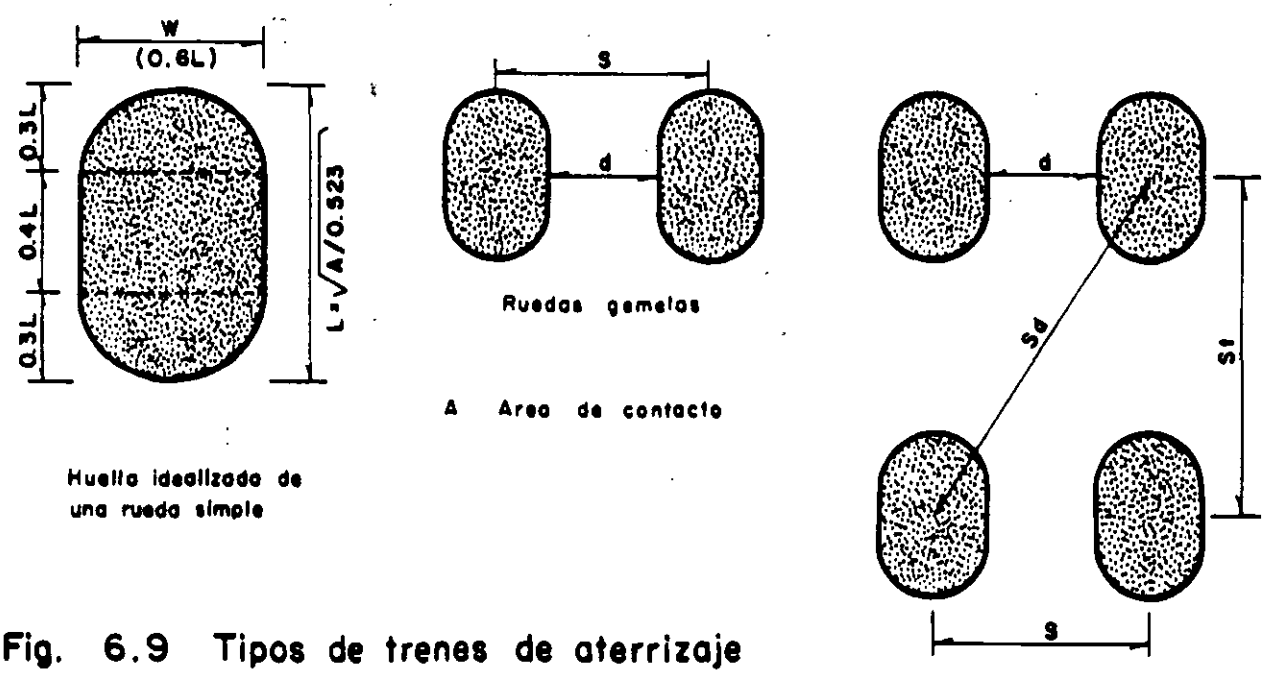


Fig. 6.9 Tipos de trenes de aterrizaje y disposición de llantas

TABLA. 6.I CARACTERISTICAS DE AERONAVES COMERCIALES USUALES EN EL DISEÑO O EVALUACION DE PAVIMENTOS DE AEROPISTAS

Aeronave tipo	Peso bruto (t)	Disposición y número de ruedas	Carga por pierna (t)	Presión de neumáticos (kg/cm²)	Area de contacto (cm²)	Separación de ruedas (cm) S	St	Sd
DC-3	11.4	2, sencilla	5.35	3.2	1672	-	-	-
DC-6/A/B	48.5	4, gemelas	21.35	7.4	1443	78	-	-
DC-9-21	45.8	4, gemelas	21.60	9.8	1102	64	-	-
DC-9-41	52.2	4, gemelas	24.33	11.0	1106	66	-	-
DC-9-81	64.0	4, gemelas	30.57	11.7	1306	71	-	-
B-727-100	77.1	4, gemelas	34.85	11.4	1529	86	-	-
B-727-200N	78.5	4, gemelas	36.25	11.5	1576	86	-	-
B-727-200P	95.3	4, gemelas	43.91	11.5	1909	86	-	-
B-757-200	109.3	8, bogie	49.52	12.1	1023	86	114	143
B-767-200	141.5	8, bogie	63.37	12.6	1317	114	142	182
B-707-320B	148.8	8, bogie	68.44	12.4	1380	88	142	167
DC-8-63	162.4	8, bogie	77.30	13.4	1442	81	140	162
Concorde	185.1	8, bogie	88.80	12.6	1763	68	167	180
DC-10-10	196.4	8, bogie	92.61	12.8	1809	137	163	213
DC-10-30	253.3	8, b + 2, g	95.42	12.0	1988	137	163	213
B-747-100B	334.7	16, bogie	77.33	15.6	1239	112	147	185
B-747-200B	352.9	16, bogie	83.28	13.7	1520	112	147	185
B-747-400	395.9	16, bogie	92.75	14.8	1567	112	147	185

b) El peso bruto de la aeronave. Normalmente, con fines del diseño estructural se considera el peso máximo al despegue y se supone que el 95% de este peso gravita sobre el tren de aterrizaje principal. Estas suposiciones están del lado de la seguridad, debido a las incertidumbres que tienen las predicciones del tránsito, ya que frecuentemente se pueden presentar cambios en el uso operacional del aeródromo.

c) La presión de contacto. Esta variable define el esfuerzo normal máximo inducido por las llantas en la superficie del pavimento. Se supone idéntica a la presión de inflado de los neumáticos.

Como ilustración, en la fig. 6.10 se muestran los parámetros de carga y su forma de distribución, para las aeronaves de los tipos DC-10-30 y Boeing 747-400. La tabla 6.1 resume las características descritas en algunas aeronaves comerciales de operación usual (ref. 6.3).

También es necesario disponer del número de aterrizajes y despegues, durante el año inicial de operación de cada tipo de aeronave (OAI). Estos datos deben ser analizados dentro del Subsistema de Planeación.

Por otra parte, las operaciones anuales (P/Y) que en promedio realizarán cada uno de los tipos de aeronaves, se calculan en base al pronóstico o tasa de crecimiento (t), que también se infiere de los datos de planeación, expresado como porcentaje del incremento anual y la vida útil considerada que, como regla general, se toma de 20 años en los aeródromos. Para tal efecto se aplica la siguiente fórmula:

$$P/Y = \frac{OAI\ (1 + r)^{20} - 1}{20\ r} \qquad (6.1)$$

Siendo, para cada tipo de aeronave:

P/Y operaciones anuales promedio, durante la vida útil fijada en 20 años

OAI operaciones durante el primer año

r tasa de crecimiento

Como el volumen del tránsito está constituido por una mezcla de diversos tipos de aeronaves, con diferentes arreglos en los trenes de aterrizaje y con distintos pesos por llanta, la FAA recomienda, en primera instancia, homogeneizar los efectos de las cargas como si tratara de un mismo tipo de arreglo de ruedas, empleando los factores de conversión empíricos que aparecen en la tabla 6.2, y que se aplican al número real de operaciones anuales (P/Y) de cada tipo de aeronave (ref. 6.3).

Tabla 6.2 Factores de conversión para homogeneizar los diversos tipos de trenes de aterrizaje

Tren original de ruedas	Convertido a tren de ruedas	Factor de convrs
Sencilla	Gemelas	0.8
Sencilla	en Bogie	0.5
Gemelas	en Bogie	0.6
Bogie doble	Bogie	1.0

Para conversiones a la inversa se utilizan los factores reciprocos
La aeronave de diseño será aquella que requiera el mayor espesor de pavimento, que normalmente es, o la que tenga la descarga por rueda más pesada (> W_L) o la de operación más frecuente (> OAI); por lo tanto, se hace necesario realizar el análisis correspondiente para ambos casos,

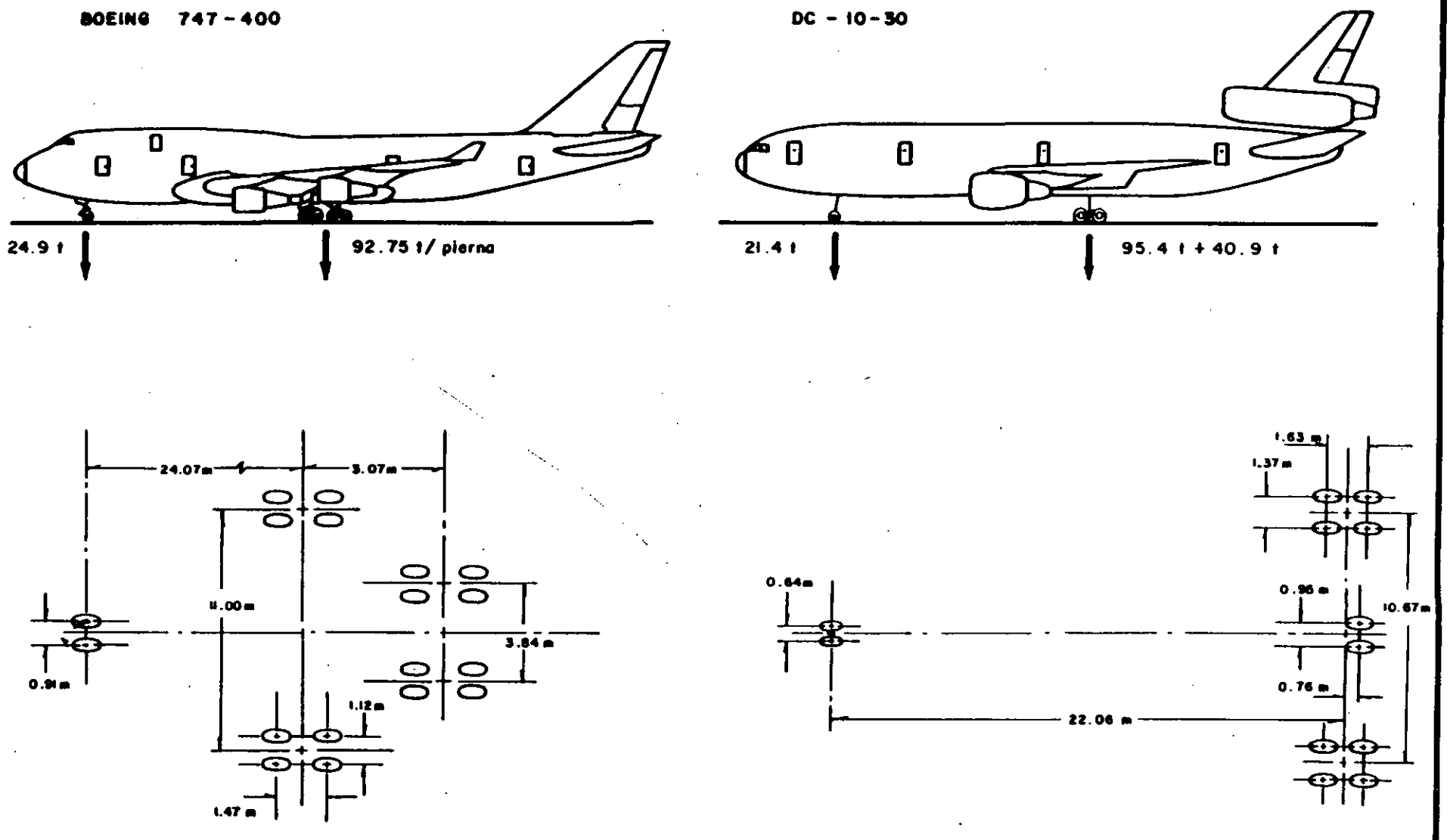


Fig. 6.10 Características de los trenes de aterrizaje de dos aeronaves de fuselaje ancho

con objeto de definir la aeronave más crítica.

Una vez homogeneizado el efecto de los diversos trenes de aterrizaje al correspondiente de la aeronave de diseño, se procede a transformar el número de pasadas anuales obtenido (CTYP) para cada aeronave, adecuándolas a las de la aeronave de diseño, considerando los pesos relativos y aplicando la siguiente fórmula:

$$\log PEQ = \sqrt{\frac{W_{rn}}{W_{rad}}} \log CTYP_n \qquad (6.2)$$

donde:

PEQ Pasadas anuales equivalentes de la aeronave de diseño

W_{rn} Carga sobre la llanta de la aeronave considerada

W_{rad} Carga de la rueda de la aeronave de diseño

$CTYP_n$ Pasadas anuales de la aeronave considerada, convertidas al tren de aterrizaje de la aeronave de diseño

En el formato que se presenta en la tabla 6.3 se sistematiza el referido cálculo para determinar el número de salidas anuales equivalentes (SAE), que se emplea como parámento del tránsito aéreo en el diseño de pavimentos y se incluye un ejemplo, para su mejor comprensión.

Esta forma de ponderar el tránsito simplifica el procedimiento de diseño de pavimentos y es aplicable tanto al caso de pavimentos asfálticos, como a los de concreto. Debe comentarse, que es necesario verificar el cumplimiento de los pronósticos del tránsito aéreo considerados en el diseño, durante toda la vida útil del aeropuerto. Si se rebasan estos pronósticos, habrá que estudiar oportunamente el tipo y espesor del refuerzo necesario.

6.5.2 Procedimiento de la PCA

En la metodología de diseño de pavimentos de concreto propuesta por la Portland Cement Association (PCA), que considera primordialmente el efecto de fatiga, se requiere conocer el número de repeticiones reales, acumuladas durante la vida útil de la estructura, que produce cada tipo de aeronave en particular. para éllo recomienda utilizar los factores de repeticiones de carga (FRC), obtenidos empiricamente por dicha institución y que se consignan en la tabla 6.4 (ref. 6.4).

En la misma tabla se presentan los resultados del análisis del tránsito por este método, considerando los mismos datos del ejemplo resuelto para el recomendado por la OACI.

6.6 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA AERODROMOS

En el proyecto estructural de los pavimentos de un aeródromo es esencial tanto el conocimiento del subsuelo sobre el que han de cimentarse estas estructuras, como el establecer las fuentes de aprovisionamiento de los materiales idóneos para su construcción.

Los estudios de campo y laboratorio, los recorridos e inspecciones geológicos y los análisis para determinar estas condiciones, constituyen los llamados estudios geotécnicos, de los que se inferirán las recomendaciones tanto para el proyecto de las terracerías, los procedimientos de construcción más convenientes para las mismas y los

ANALISIS DE TRANSITO AEREO METODO DE LA OACI

TABLA 6.3

A. DATOS

B. ANALISIS

AERONAVE MODELO	TREN TIPO	PESOS(L) Wb BRUTO	Wp PIERNA	Wr RUEDA	TRANSITO INICIAL OAI	r,%	PASADAS ANUALES P/Y	AERONAVE +FREC CTYP-?	PEQ	AERONAVE +PESADA CTYP-?	PEQ	AERONAVE DC-10-30 CTYP-?	PEQ
DC-3 o ∖	TYP-2	11.40	5.35		0	0							
DC-6A/B	TYP-4	48.50	21.35		0	0							
DC-9-21	TYP-4	45.80	21.60		0	0							
DC-9-41	TYP-4	52.20	24.33	12.17	630	10	1504	1804	465	1082	158	1082	147
DC-9-81	TYP-4	64.00	30.57	15.29	840	7	1722	1722	937	1033	281	1033	259
B-727-100	TYP-4	77.10	34.85		0	0							
B-727-200N	TYP-4	78.50	36.25	18.13	960	7	1968	1968	1968	1181	523	1181	476
B-727-200P	TYP-4	95.30	43.91		0	0							
B-757-200	TYP-8	109.30	49.52		0	0							
B-767-200	TYP-8	141.50	63.37		0	0							
B-707-320B	TYP-8	148.80	68.44		0	0							
DC-8-63	TYP-8	162.40	77.30		0	0							
CONCORDE	TYP-8	185.10	88.80		0	0							
DC-10-10	TYP-8	196.40	92.61	23.15	365	8	835	1392	3572	835	835	835	755
DC-10-30	TYP-8	253.10	95.42		0	0							
B-747-100B	TYP-8	334.70	77.33		0	0							
B-747-200B	TYP-8	352.90	83.28	20.82	365	4	543	906	1476	543	392	543	359
B-747-400	TYP-8	395.90	92.75		0	0							
		SUMAS			3160		6872	7791	8419	4675	2190	4675	1995

FORMULAS:

$$P/Y = (OAI/20) \times [(1+r/100)^{20} - 1] \div r/100$$

CONVERS DE (TYP-4) A (TYP-8): 0.6 ---» CTYP

$$PEQ = \text{Antilog}\ [\ \log CTYP \times \sqrt{(Wr \div Wrad)}\ ]$$

AERONAVE		TIPO	MODELO	Wrad RUEDA	OAI
+	FREC?				
	OAI	TYP-4	B-727-200N	18.13	960
	960				
+	PESADA?	TIPO	MODELO	RUEDA	OAI
	RUEDA	TYP-8	DC-10-10	23.15	365
Wrad	23.15				
ESPECIAL		TYP-8	DC-10-30	23.86	

ANALISIS DE TRANSITO AEREO METODO DE LA PCA TABLA_6.4_

AEROPUERTO:

A. DATOS B. ANALISIS

AERONAVE MODELO	TREN TIPO	PESOS (t) Wb BRUTO	Wp PIERNA	Wt TREN	TRANSITO INICIAL DAI	r,%	OPERACS 20 años OPT	FRC TAXI WAY	REPETCS REALES
DC-3 o <	TYP-2	11.40	5.35	10.70	0	0		0.12	
DC-6A/B	TYP-4	48.50	21.35	42.70	0	0		0.40	
DC-9-21	TYP-4	45.80	21.60	43.20	0	0		0.40	
DC-9-41	TYP-4	52.20	24.33	48.66	630	10	36,083	0.41	14794
DC-9-81	TYP-4	64.00	30.57	61.14	840	7	34,436	0.41	14119
B-727-100	TYP-4	77.10	34.85	69.70	0	0		0.41	
B-727-200N	TYP-4	78.50	36.25	72.50	960	7	39,356	0.41	16136
B-727-200P	TYP-4	95.30	43.91	87.82	0	0		0.41	
B-757-200	TYP-8	109.30	49.52	99.04	0	0		0.83	
B-767-200	TYP-8	141.50	63.37	126.74	0	0		0.83	
B-707-320B	TYP-8	148.80	68.44	136.88	0	0		0.83	
DC-8-63	TYP-8	162.40	77.30	154.60	0	0		0.83	
CONCORDE	TYP-8	185.10	88.80	177.60	0	0		0.83	
DC-10-10	TYP-8	196.40	92.61	185.22	365	8	16,703	0.57	9521
DC-10-30	TYP-8	253.10	95.42	190.84	0	0		0.58	
B-747-100B	TYP-8	334.70	77.33	309.32	0	0		0.58	
B-747-200B	TYP-8	352.90	83.28	333.12	365	4	10,869	0.58	6304
B-747-400	TYP-8	395.90	92.75	371.00	0	0		0.58	
		SUMAS			3160		137447		60874

bancos de materiales para constituir los pavimentos.

Una vez definir el sitio donde ha de emplazarse el aeródromo en proyecto y previamente a los estudios de campo, conviene contar con planos topográficos del área, así como con mapas geológicos de la región (fig. 6.11) y, si es posible, con un inventario de bancos de materiales que se hayan empleado en otras estructuras viales similares.

6.6.1 Investigación de subsuelo

a primera etapa del estudio se leva a cabo mediante el recorrido y observación minuciosa de los suelos y afloramientos de roca que existan en el área. Debe recordarse que las aeropistas llegan a abarcar franjas de 300 m de ancho y que no basta recorrer su eje para detectar todos los posibles problemas que pudieran presentarse.

Considerando que la mayor parte de los aeródromos se ubican sobre terrenos más o menos planos, es muy frecuente encontrar formaciones de suelos con espesores importantes, lo cual permite efectuar su exploración mediante pozos a cielo abierto, para definir su estratigrafía.

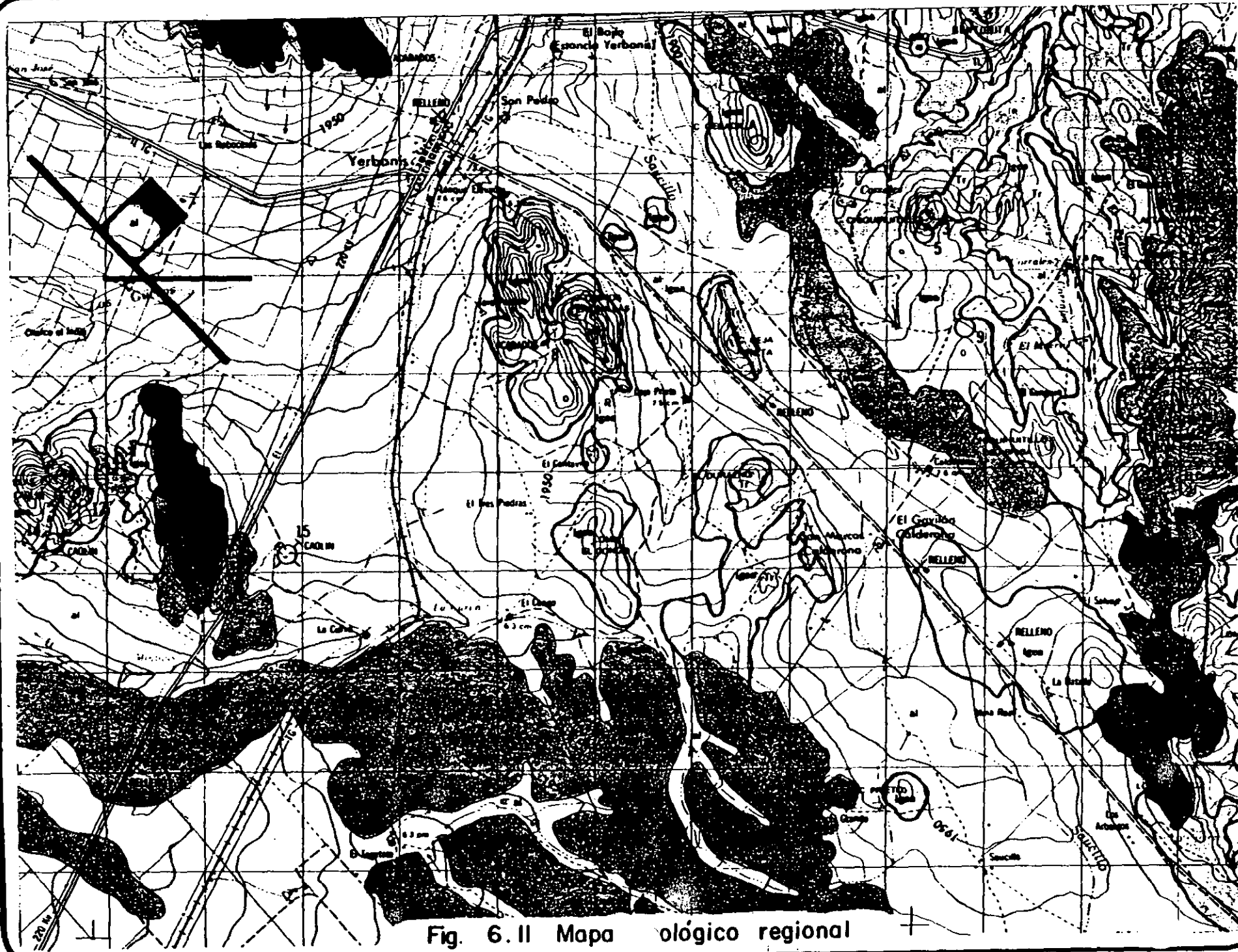


Fig. 6.11 Mapa ológico regional

El número de calas necesarias se rige por la geometría del aeródromo y por las condiciones de los afloramientos superficiales que se hayan detectado en el recorrido preliminar. La profundidad por explorar estará limitada por el nivel freático o la roca, procurando que sea de por lo menos 2 m.

Como criterio general se puede suponer que las condiciones estratigráficas de una aeropista de 3 a 4 km de longitud, quedarán adecuadamente definidas con 6 a 8 calas, estratégicamente ubicadas y abarcando parte de su sección transversal. Para cada rodaje y plataforma serán suficientes de dos a tres pozos dependiendo de su longitud.

En el caso de aeródromos ubicados, en zonas montañosas y conforme a las alturas de cortes y terraplenes, probablemente se requieran sondeos profundos con máquina perforadora: también podrán emplearse métodos geofísicos, complementados con exploración directa, para definir apropiadamente las condiciones de las formaciones rocosas.

En la zonas lacustres o con niveles freáticos muy superficiales es muy común encontrar formaciones compresibles de gran espesor, donde la exploración profunda con máquina perforadora es obligada, para poder definir, mediante el muestreo inalterado de los suelos blandos y conforme a los métodos recomendados por la mecánica de suelos, las características de compresibilidad y los problemas de estabilidad a que habrá de enfrentarse la sección estructural del aeródromo.

Además de los problemas especiales ya mencionados, del estudio geotécnico pueden derivarse otros estudios detallados para resolver problemas como los que se indican a continuación:

a) Areas potencialmente erosionables

b) Formaciones rocosas cársticas

c) Laderas inestables

d) Suelos potencialmente expansivos

e) Flujo de agua

f) Areas inundables

El análisis de estos estudios especiales puede conducir a soluciones drásticas como el cambio de ubicación del aeródromo o la elevación de las rasantes previstas.

La exploración del subsuelo y la caracterización de los materiales muestreados, dan como resultado perfiles estratigráficos como los que ilustra la fig. 6.12.

En esta parte del estudio, también se proporcionan los datos para el cálculo de los diagramas de masas, para el proyecto geométrico de cada uno de los elementos del aeródromo.

Estos datos, como los que se reportan en el ejemplo de la tabla 6.5, consisten esencialmente en la clasificación por estratos de las formaciones encontradas, conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), los espesores de despalme o de sustitución de aquellos materiales que pudieran ser inconvenientes, el empleo de los materiales y su tratamiento requerido para formar parte de las terracerías, sus coeficientes de variabilidad volumétrica, para los diversos grados de acomodo, alturas máximas estables tanto para cortes como para terraplenes y los procedimientos constructivos que procedan.

En la tabla 6.6 se incluye, junto con la clasificación de varios tipos de suelos, conforme al SUCS, los comportamientos esperados de los

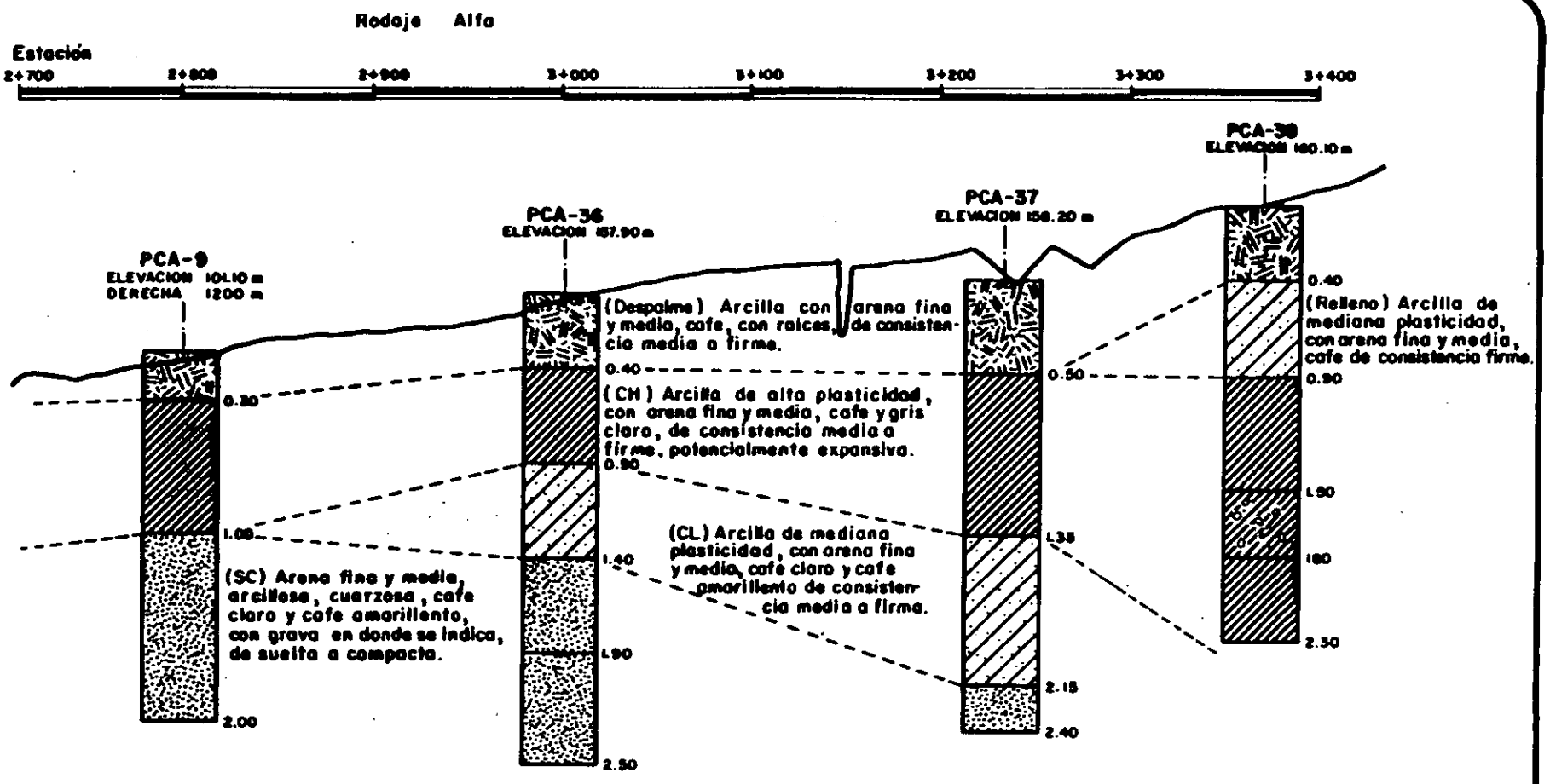


Fig. 6.12 Perfil estratigráfico

TABLA 6.5 DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE CURVA MASA

AEROPUERTO DE TIJUANA B.C.N. — **Nuevo Rodaje Alfa**

EST A EST	ESTRATO No	ESTRATO ESP (m)	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA 90%	95%	100%	SUELT	BAND	ATACABILIDAD A B C	CORTE ALT. MAX.	CORTE TALUD	TERRAPLEN ALT. MAX.	TERRAPLEN TALUD	OBSERV
2+700	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00					a
	2	0.70	Arcilla de alta plasticidad, con arena fina y media, de consistencia media a firme, potencialmente expansiva (CH)	Sustitución				1.40		70-30-00	1.0	1:1	3.0	3:1	a,d
a	3	Indf	Arena fina y media, arcillosa cuarzosa, con grava, de suelta a compacta (CL)	Compactac.	0.96	0.91	0.86	1.10		80-20-00					c,f
2+900															
2+900	1	0.45	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00					a
	2	0.70	Arcilla de alta plasticidad, con arena fina y media, de consistencia media a firme, potencialmente expansiva (CH)	Sustitución				1.40		70-30-00	1.0	1:1	1.0	3:1	a,d
a	3	0.70	Arcilla de mediana plasticidad, con arena fina y media, de consistencia media a firme (CL)	Compactac.	1.01	0.96	0.91	1.40		70-30-00					b,e,f
	4	Indf	Arena fina y media, arcillosa, cuarzosa, con grava, de suelta a compacta (SC)	Compactac.	0.96	0.91	0.86	1.10		80-20-00					c,f
3+300															
3+300	1	0.45	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00					a
	2	0.50	Arcilla de mediana plasticidad, con arena fina y media, de consistencia firme (relleno)	Despalme.				1.40		70-30-00	1.0	1:1	1.0	3:1	a
a	3	Indf	Arcilla de alta plasticidad, con arena fina y media, de consistencia media a firme, potencialmente expansiva (CH)	Sustitución (min 1.00m)				1.40		70-30-00	1.0				a,d
3+400															

TABLA 6.6 UTILIZACION DE DIVERSOS SUELOS EN LAS ESTRUCTURAS VIALES

SIMBOLO SUCS	SUELOS TIPICOS	COMPORTAMIENTO EN SU EMPLEO COMO			PROPIEDADES IMPORTANTES		
		TERRAPLEN	SUBRASANTE	SUPERESTRUCTURA	COMPACTABILIDAD	DEFORMABILIDAD	PERMEABILIDAD Y DRENAJE
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena limpias	Muy alta estabilidad	Excelente	Muy bueno	Buena	Prácticamente nula	Permeable, muy buen drenaje
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena limpias	Alta estabilidad	Bueno a excelente	Bueno a regular	Buena	Prácticamente nula	Permeable, muy buen drenaje
GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	Estable	Bueno	Bueno ‡‡ a regular ‡	Buena	Muy ligera	Semipermeable drenaje regular
GC	Gravas arcillosas mezclas de grava, arena y arcilla	Estable	Bueno	Regular ‡‡ a malo	Buena a regular	Ligera ‡	Poco permeable, mal drenaje
SW	Arenas bien graduadas, mezclas de arena y grava limpias	Estable erosionable	Bueno	Regular a bueno ‡‡	Buena a regular	Prácticamente nula	Permeable buen drenaje
SP	Arenas mal graduadas, mezclas de arena y grava limpias	Estable erosionable	Regular a bueno	Malo a regular ‡‡	Buena a regular	Pácticamente nula	Permeable buen drenaje
SM	Arenas limosas, mezclas de arenas, grava y limo	Estable erosionable	Regular a bueno ‡	Regular ‡ a bueno ‡‡	Buena	Ligera	Poco permeable, mal drenaje
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena, grava y arcilla	Estable	Regular a bueno ‡	Malo ‡ a bueno ‡‡	Buena a regular	Ligera a media ‡	Impermeable, mal drenaje
ML	Limos inorgánicos, poco plásticos y limos arenosos o arcillosos	Poco estable erosionable	Regular a malo	No debe usarse	Buena a mala	Ligera a media ‡	Impermeable, mal drenaje
CL	Arcillas, de baja o mediana plasticidad, arenosas o limosas	Estable	Regular a malo	No debe usarse	Regular a bueno	Media	Impermeable, mal drenaje
OL	Limos y arcillas limosas, de origen orgánico, de baja plasticidad	Inestable no se use	Malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Media a alta ‡	Impermeable, mal drenaje
MH	Limos inorgánicos, elásticos, micáceos o diatomáceos	Inestable no se use	Malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Alta	Impermeable, mal drenaje
CH	Arcillas inorgánicas, de alta plasticidad	Poco estable	Muy malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Muy alta	Impermeable, mal drenaje
OH	Arcillas o limos orgánicos de mediana a alta plasticidad	Inestable no se use	Muy malo no se use	No debe usarse	Regular a mala	Alta	Impermeable, mal drenaje
Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	No debe usarse	No debe usarse	No debe usarse	No debe usarse	Muy alta	Semipermeable drenaje regular

Se consideran como superestructura las capas de sub-base y base en pavimentos o de sub-balasto y balasto, en vías férreas

‡ El comportamiento de estos materiales depende de la calidad y/o contenido de finos

‡‡ Se puede mejorar el comportamiento de estos materiales si se emplean agentes estabilizadores como la cal, cemento Portland o productos asfálticos.

mismos, dentro de la estructura al. Así también, se indica su acilidad de acomodo, por los procedimientos de compactación habituales, su deformabilidad y su permeabilidad y propiedades de drenaje.

6.6.2 Investigación de bancos de materiales

Esta parte del estudio geotécnico está directamente relacionada con el costo y la calidad de la obra, de lo que se infiere su importancia.

La información básica previa con la que se pueda contar, como son los planos de la región por explorar, fotografías aéreas, inventario de bancos ya empleados y planos fotointerpretados, serán siempre de utilidad para los reconocimientos directos.

a geología aplicada a la construcción es otra herramienta indispensable para seleccionar las fuentes de aprovisionamiento más apropiadas. La información relativa a las propiedades de suelos y rocas que se hayan utilizado en otras obras de ingeniería puede ayudar en la selección de bancos.

La investigación completa de bancos comprende los siguientes aspectos:

a) Un reconocimiento preliminar del área vecina al aeródromo, tratando de efectuar una primera selección de aquellos sitios en los cuales puedan extraerse materiales con calidad adecuada, con relativa facilidad, en los volúmenes necesarios, con los menores acarreos posibles y sin problemas legales para su explotación o adquisición.

b) Los trabajos de exploración y muestreo preliminares en los probables sitios de explotación de materiales, que debe hacerse directamente en los afloramientos y frentes de roca o a base de pozos a cielo abierto, durante el reconocimiento preliminar ya descrito.

c) La caracterización de los materiales obtenidos en la etapa anterior, principalmente mediante ensayes de laboratorio con fines de clasificación, de acuerdo a lo indicado en el inciso 6.7.

d) Definidas las fuentes óptimas de aprovisionamiento de materiales que se infieran de las etapas anteriores, la exploración y el muestreo definitivos, a fin de verificar su calidad en el laboratorio, cuantificando los volúmenes aprovechables de los materiales y de los desperdicios (despalme). En esta etapa también se define su empleo y los tratamientos probables.

La investigación de cada banco se lleva a cabo en forma directa, mediante sondeos exploratorios o pozos a cielo abierto y/o indirecta, empleando métodos geofísicos), cuyo alcance y tipo deberá establecerse en cada caso en particular. Las muestras así obtenidas se analizarán cuidadosamente en el laboratorio, para definir apropiadamente las propiedades mecánicas de los materiales, de acuerdo a su empleo, conforme a las técnicas señaladas en el inciso 6.7.

La pesquisa de los bancos deberá comprender aquellos que se requieran para las terracerías, la capa subrasante, las capas de sub-base, base, carpeta asfáltica o losas de concreto de cemento Portland, así como las fuentes de abastecimiento de agua para lograr la apropiada estructuración en dichas capas.

La información básica que deberá incluir todo proyecto de pavimentos, en relación con cada uno de los bancos de materiales estudiados, y que se ejemplifica en la fig. 6.13, es la siguiente:

a) Nombre del banco

b) Ubicación, en relación con la vía de comunicación más próxima y al aeródromo en estudio

c) Régimen de propiedad

d) Clasificación de los materiales aprovechables, conforme al SUCS, para suelos, o desde el punto de vista geológico, para el caso de las formaciones rocosas

e) Procedimientos de extracción

f) Volumen disponible

g) Espesor del estrato de despalme y de cada uno de los materiales aprovechables.

h) Empleo recomendable

i) Tratamiento(s) requerido(s)

j) Accesibilidad

k) Distancia de acarreo

l) Croquis particular del banco

Es deseable ubicar los bancos de terracerías a distancias no mayores de 5 km del aeródromo, pero fuera de sus linderos. No obstante, la distancia de acarreo para materiales propios para capa subrasante puede resultar mayor de 5 km, debido a los requerimientos de alta resistencia al esfuerzo cortante y de baja deformabilidad en esta capa.

Uno de los aspectos importantes a considerar en los bancos para la capa subrasante es la homogenei de sus materiales. Sin embar deben evitarse exageradas distancias de acarreo que vayan en detrimento de la economía de la obra, debiendo estudiar, en todo caso, la factibilidad de estabilizar los suelos de propiedades inconvenientes En el caso de bancos comerciales en explotación, conviene complementar la información indicando si se encuentra en producción, tipo de material producido, volumen de producción, precios actualizados de los materiales procesados y tipos de instalaciones y facilidades con que se cuenta.

La información básica anteriormente descrita deberá estar incluida en una tabla, como la tabla 6.7, con un mapa regional (fig. 6.14), donde se pueda apreciar la ubicación del aeródromo y de los distintos bancos finalmente seleccionados.

Los materiales que se emplean en l capas de sub-base y base, normalmente están condicionados por los tratamientos a que deben sujetarse para satisfacer las normas de calidad correspondientes, condiciones que obligan a la instalación de equipos y plantas que en muchas ocasiones se efectúan en el sitio del propio banco y que no conviene movilizar con frecuencia. Por tales motivos las distancias de acarreo suelen ser hasta de 50 km.

Lo mismo puede aducirse para las plantas de concreto asfáltico y las de concreto de cemento Portland. No obstante, es frecuente instalar estas plantas dentro del área del propio aeródromo.

6.7 CARACTERIZACION DE MATERIALES

Las secciones estructurales de l aeródromos deben diseñarse

Fig. 6.13

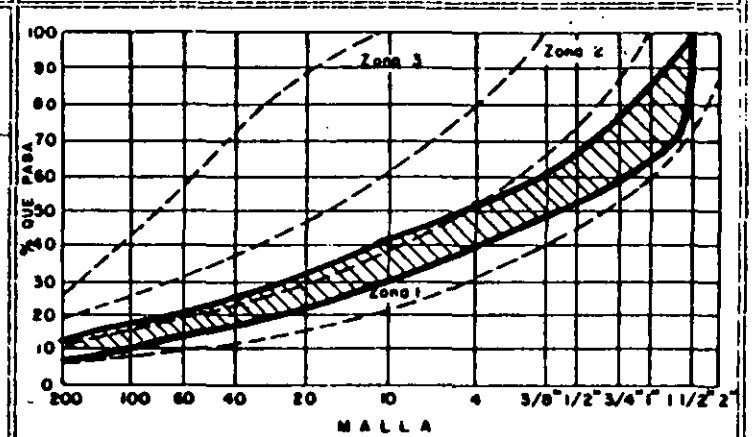
OBRA:

AEROPUERTO DE HUATULCO

BANCOS DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS

BANCO PLAYONES DEL COPALITA

ESTRATO Nº	H (m)	SIMBOLO	CLASIFICACION GEOTECNICA	CLASIFIC A B C
1	2.0		Arena y grava de rio (SP), medianamente compacta, con 40 % de boleos, hasta 30 cm de tamaño máximo	60-40-00



DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación: "PLAYONES DE COPALITA"
Ubicación: Km 261+900, carretera Pinotepa-Salina Cruz, d/d 1.4 km aguas arriba
Distancia de acarreo (km): 18.3
Empleo: sub-base y base

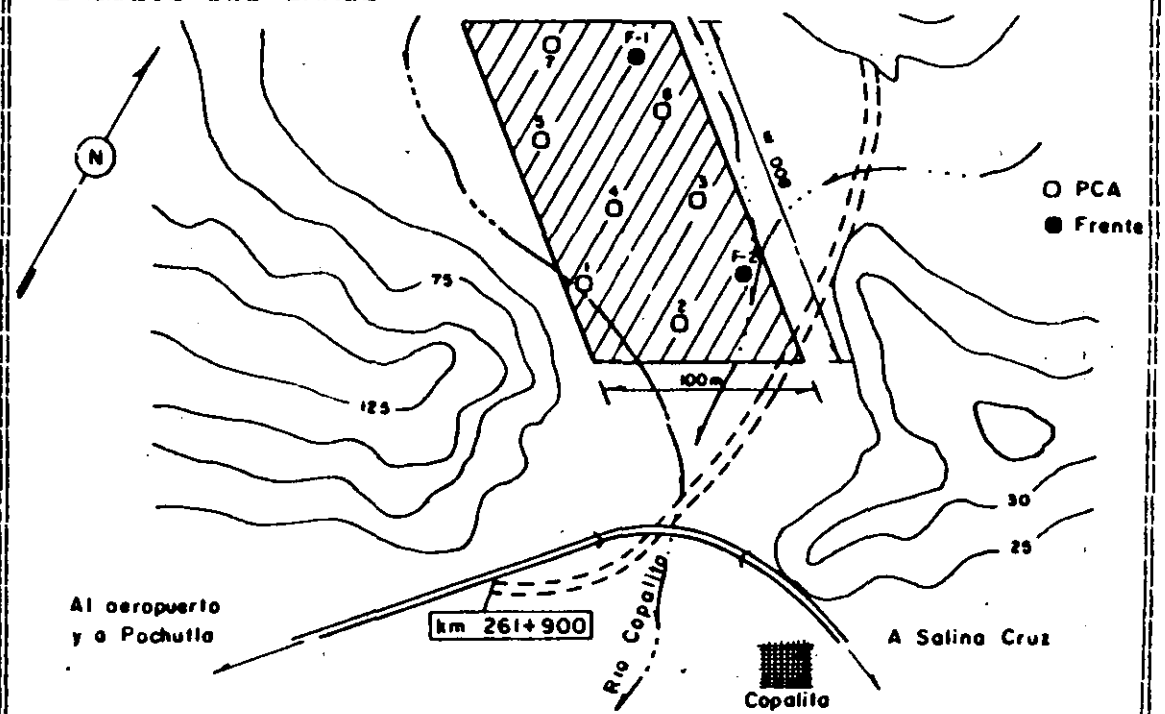
Tratamiento: Trituración parcial (40%)

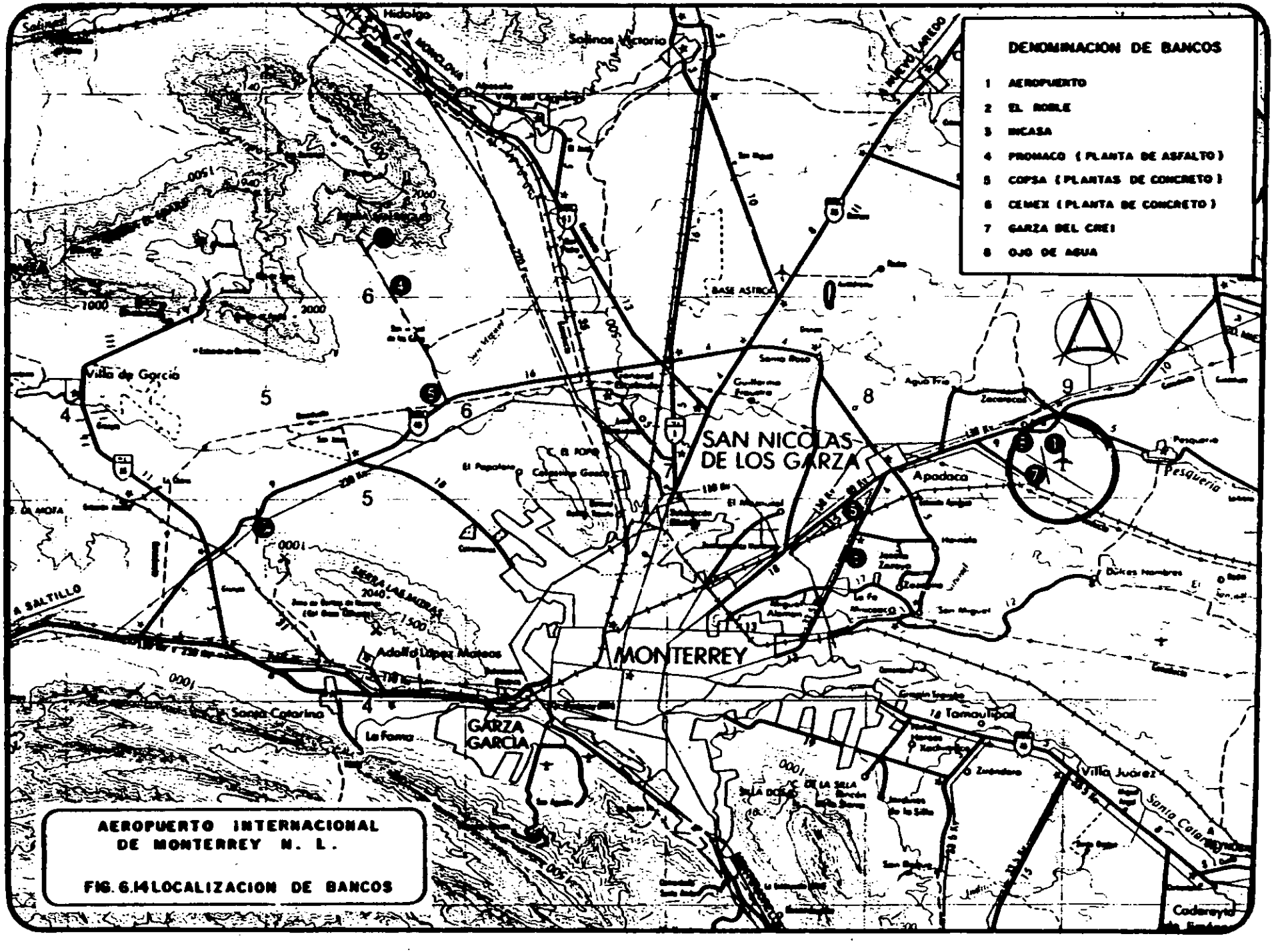
Volumen estudiado (m3): 160 000
Capacidad (m3): 500 000
Observaciones: Explotación sólo en estiajé Propiedad federal

CARACTERISTICAS MEDIAS DEL MATERIAL

Tam. máx.	=	30 cm	γds	=	1712 kg/m3
> 3.8 cm	=	40 %	γd max	=	2190 kg/m3
> 1.9 cm	=	70 %	wo	=	16 %
wL	=	35 %	CBR	=	108 %
Ip	=	17 %	exp	=	0.06 %
EA	=	55 %			

CROQUIS DEL BANCO





AEROPUERTO INTERNACIONAL DE MONTERREY N. L.

FIG. 6.14 LOCALIZACION DE BANCOS

TABLA 6.7 BANCOS RECOMENDADOS

DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION	REGIMEN DE PROPIEDAD	CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO	DIST. DE ACARREO (km)	UTILIZACION	TRATAMIENTO	CAPACIDAD (m3)
AEROPUERTO I	Carretera Lauro del Villar, S/N, casi esq. con Czda. Lázaro Cárdenas	Arena arcillosa, fina y media, cuarzosa con mica, gravas y fragmentos chicos, tamaño máximo de 15 cm y pocos fragmentos medianos y grandes (SC)	Banco comercial	90-10-00	2.8	Capa de transición y capa subrasante	Eliminación de tamaños mayores de 7.6 cm (3") y compactación	100,000
AEROPUERTO II	Entre las Ests. Kms. 0+640 y 1+340 del Rodaje Paralelo a 220 m a la der., dentro de los linderos del aeropuerto	Arena arcillosa, fina y media, cuarzosa con mica, gravas y fragmentos chicos, tamaño máximo de 50 cm y pocos fragmentos medianos y grandes (SC)	ASA	60-40-00	0.25	Terracerías y capa de transición	Eliminación de arcilla y de tamaños mayores de 7.6 cm (3") y compactación	600,000
IXPALIA	Kilómetro 2.5 del Libramiento Sur de Tijuana, a la izq.	Planta de agregados. [grava-arena (GW-SW)] concreto asfáltico y concretos premezclados	Banco comercial	50-50-00	14.0	Sub-base, Base Carpeta Concreto	Trit. parcial y cribado a tam. máx. de 38 mm (1½") 19 mm (3/4") 38 mm (1½")	Mayor de 1'000,000
LASALLE	Av. Simón Bolívar S/N, entre Blvd. Insurgentes y la Carretera Tijuana - Mexicali	Planta de agregados. [grava-arena (GW-SW)] y concretos premezclados	Banco comercial	50-50-00	15.5	Sub-base, Base Concreto	Trit. parcial y cribado a tam. máx. de 38 mm (1½") 38 mm (1½")	Mayor de 1'000,000
CONSTRUCTORA TRANSPENINSULAR	Libramiento Sur, Cañón El Matadero, Col. El Mirador, a la derecha	Planta de concreto asfáltico	Banco comercial	50-50-00	14.0	Concreto asfáltico	Trit. parcial y cribado a tam. máx. de 19 mm (3/4")	500,000
AEROPUERTO III	Dentro de los linderos del Aeropuerto, en las instalaciones del CREI	Agua	Federal	--------	3.5	Compactación y concreto hidráulico	Ninguno	Suficiente

acuerdo a las propiedades mecánicas de los diferentes materiales que las han de constituir. Como se explicó anteriormente, dichos materiales deben provenir de bancos adecuados, de los cuales se extraen muestras representativas.

En este parte se describen los métodos de prueba para caracterizar los materiales obtenidos en campo, los cuales pueden dividirse en tres tipos esenciales:

a) Ensayes para clasificación.

Estos permiten identificar los diversos tipos de suelos y rocas y norman el criterio general en lo que atañe a su comportamiento probable, dentro de la sección estructural. Los ensayes usuales son los establecidos en la práctica casi universal que tiene el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y a los métodos que emplea la geología, para el caso de rocas.

b) Ensayes de calidad.

Estas pruebas, en confrontación con las normas y especificaciones propias de cada institución, proporcionan los criterios de aceptación o rechazo de los materiales para formar parte de la sección estructural, en alguna de sus capas.

c) Pruebas de diseño.

En éllas se determina propiamente el comportamiento mecánico de los diferentes materiales y que definen los parámetros de diseño que han de utilizarse en los métodos empleados.

En este apartado se describirán los métodos adoptados por ASA, dentro de su práctica usual en el diseño de estructuras de aeródromos y conforme a las recomendaciones que respecto establecen el Cuerpo Ingenieros del Ejército y la Agencia Federal de Aviación (FAA), de los Estados Unidos, a través de la OACI (ref. 6.3).

Las propiedades fundamentales de los materiales que deben determinarse son, a saber:

a) La estructuración y facilidad de compactación

b) La resistencia, tanto al esfuerzo cortante, como a la tensión

c) La deformabilidad, en lo relativo a compresibilidad, expansividad, deformabilidad plástica y deflexiones

d) Durabilidad

e) Permeabilidad

f) Aspereza superficial

g) Coeficiente de Fricción de la superficie de rodamiento

Para valuar estas propiedades existen, en la tecnología de los pavimentos, un gran número de ensayes y métodos, de los cuales se consignan los de mayor aplicación en la tabla 6.8, y a los que habrá de remitirse el lector, para su referencia y aplicación.

En esta tabla se señalan los datos siguientes: la propiedad fundamental a definir, el método de prueba a seguir, siguiendo los lineamientos recomendados por la American Society for Testing and Materials (ASTM) (ref. 6.5) y en qué parte de la sección estructural se aplican los ensayes indicados.

En el dimensionamiento de secciones estructurales de un aeródromo, variables más significativas y

TABLA 6.8 CARACTERIZACION DE MATERIALES EN LAS ESTRUCTURAS VIALES

PROPIEDADES FUNDAMENTALES	ENSAYES TIPICOS PARA SU VALUACION	METODO DE PRUEBA	DENOM ASTM	TERR. DE CIMENT	TERRAC Y SUBRS	SUB-BASE Y BASE	CARP. ASF	LOSA DE CONCR
ESTRUCTURACION Y CLASIFICACION	contenido de agua "in situ" (w)	por secado	2216	******	******	******		
		aparato nuclear	3017		******	******		
		muestra inalterada	2937	******	******		******	******
	peso volumétrico "in situ" (γ_d)	cono de arena	1556		******	******		
		membrana de hule	2167		******	******		
		aparato nuclear	2922		******	******		
		aparato nuclear	2950				******	
	límites de consistencia (wL,wP)	límite líquido	423	******	******	******		
		límite plástico	424	******	******	******		
	granulometría (G.S.F)	por mallas	422	******	******	******	******	******
		finos por lavado	1140	******	******	******	******	******
	forma de las partículas (IL)	índice del lajeo	B812			******	******	******
COMPACTABILIDAD ($\gamma_{d\,max}$ y w_o)	por impactos tipo Proctor	AASHTO estándar	698		******			
		AASHTO modificada	1557		******	******		
	por presión estática	Porter estándar	K.06		******	******		
	por amasado (suelos)	Hveem	2744		******	******		
	por vibración (e_{min})	mesa vibratoria	2049		******	******		
	por impactos (mezc. asf.)	Marshall	1559				******	
	por amasado (mezc. asf.)	Hveem	1561				******	
PERMEABILIDAD	granulometría (G.S.F)	por mallas	422	******	******	******	******	
		hidrómetro	422	******	******	******	******	
	permeámetros (k)	de carga constante	2434	******	******	******		
		de carga variable		******	******			
		de aire	3637				******	
RESISTENCIA — RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE	compresión simple (q_u)	suelos	2166	******	******			
		estabilizaciones	1633			******		
	compresión triaxial (c,ϕ)	no cons. no dren.	2850	******	******			
		cons. no drenada		******	******			
		cons. drenada		******				
	capacidad de carga (pruebas de placa)	Texas Hwy. Dept.	3397		******	******		
		repetitiva (S)	1195		******	******	******	
		no repetitiva (k)	1196		******	******		
	valor relativo de soporte (CBR)	muestra inalterada	MS-10	******	******			
		de campo "in situ"	4429	******	******			
		estándar	N.02			******		
		Cuerpo de Ings.	MS-10		******			
		modificadas	N.03		******	******		
	estabilidad (R) y pres. exud.	Hveem (suelos)	2844		******	******		
	estabilidad (S)	Hveem (mezc. asf.)	1560				******	
RESISTENCIA — RESISTENCIA A LA TENSION	cohesiómetro	Hveem	1560			******	******	
	estabilidad	Marshall	1559				******	
	módulo de resistencia (σ'_r)	flexión en vigas	C-683					******
	módulo de tensión (S_t)	tensión indirecta	4123				******	

TABLA 6.8 (CON'T.) CARACTERIZACION DE MATERIALES EN LAS ESTRUCTURAS VIALES

PROPIEDADES FUNDAMENTALES		ENSAYES TIPICOS PARA SU VALUACION	METODO DE PRUEBA	DENOM ASTM	TERR. DE CIMENT	TERRAC Y SUBRS	SUB-BASE Y BASE	CARP. ASF	LOSA DE CO
DEFORMABILIDAD	COMPRESIBILIDAD	consolidación	odómetro	2435	◆◆◆◆◆				
	EXPANSIBILIDAD	contenido de agua "in situ"	por secado	2216	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
		límites de consistencia (wL, wP y wC)	límite líquido	423	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			límite plástico	424	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			límite de contrac.	427	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
		contracción lineal (CL)		T107		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	
		peso volumétrico "in situ" (γ_d)	muestra inalterada	2937	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			cono de arena	1556		◆◆◆◆◆			
			membrana de hule	2167		◆◆◆◆◆			
		saturación en prueba de valor relativo de soporte (CBR)	estándar	N.02		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
			muestra inalterada	MS-10	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			Cuerpo de Ings.	MS-10		◆◆◆◆◆			
		presión de expansión (p_{exp})	Hveem	2744		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	
		saturación bajo presión	odómetro		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
	DEFORMABILIDAD PLASTICA (DEFORMACION PERMANENTE)	límites de consistencia (wL, wP y wC)	límite líquido	423	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
			límite plástico	424	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
			límite de contrac.	427	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
		contracción lineal (CL)		T107		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
		equivalente de arena (EA)		2419			◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
		estabilidad (R, suelos)	Hveem	2844		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
		estabilidad (S, merc. asf.)	Hveem	1560				◆◆◆◆◆	
		flujo plástico	Marshall	1559				◆◆◆◆◆	
		compresión triaxial (ε)	no cons. no dren.	2850	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			cons. no drenada		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆			
			cons. drenada		◆◆◆◆◆				
			Texas Hwy. Dept.	3397		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
		perfilómetros (ISA, Δ)	regla de 3 m	SCT				◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
			AASHTO					◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
			CHLOE					◆◆◆◆◆	◆◆◆
		perfilógrafos (ISA, Δ, IP)	transversal	SCT				◆◆◆◆◆	◆◆
			Calif. Hwy. Dept.	C-526				◆◆◆◆◆	◆◆◆
			Mays Ride Meter					◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
	DEFORMABILIDAD ELASTICA (FATIGA)	deflexómetros (δ)	Viga Benkelman	C-356				◆◆◆◆◆	
			Calif. Hwy. Dept.	C-356				◆◆◆◆◆	
			Dynaflect	C-356				◆◆◆◆◆	
		deflexión en pba. de placa (δ)	repetitiva	1195		◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
		módulo de resiliencia (suelos)	triaxial dinámica			◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆		
		(mezclas asfálticas)	tensión indirecta	4123				◆◆◆◆◆	
DURABILIDAD		densidad y absorción	agregado grueso	127				◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
			agregado fino	128				◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
		desgaste	Los Angeles	535				◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
		sanidad	intemp. acelerado	88				◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
		índice de durabilidad (ID)	agreg.grueso y fino	3744			◆◆◆◆◆		
		forma de las partículas (IL)	índice del lajeo	8812			◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
FRICCION SUPERFICIAL		texturómetros (μ)	μ meter	E-670				◆◆◆◆◆	
			péndulo de fricción	E-303				◆◆◆◆◆	

NOTAS. B: British Standards
SCT: K o N. Secretaría de Comunicaciones y Transportes
MS: The Asphalt Institute
T: Texas Hwy. Dept.
C: California Hwy. Dept.
resto: American Standards of Testing and Materials

difundidas a nivel mundial son el BR, para el caso de los pavimentos asfálticos y el módulo de reacción vertical (k), para los de concreto. Debido a esta circunstancia, se considera necesario clarificar algunos conceptos y, sobre todo, las interpretaciones que se le dan a estos parámetros, actualmente.

El procedimiento de prueba para determinar el llamado Valor Relativo de Soporte de los suelos, mejor conocido a nivel mundial como método del CBR (California Bearing Ratio), cuyo dispositivo de penetración se muestra esquemáticamente en la fig. 6.15 , se encuentra detallado en las normas ASTM, con la designación 1883, con las modificaciones introducidas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los

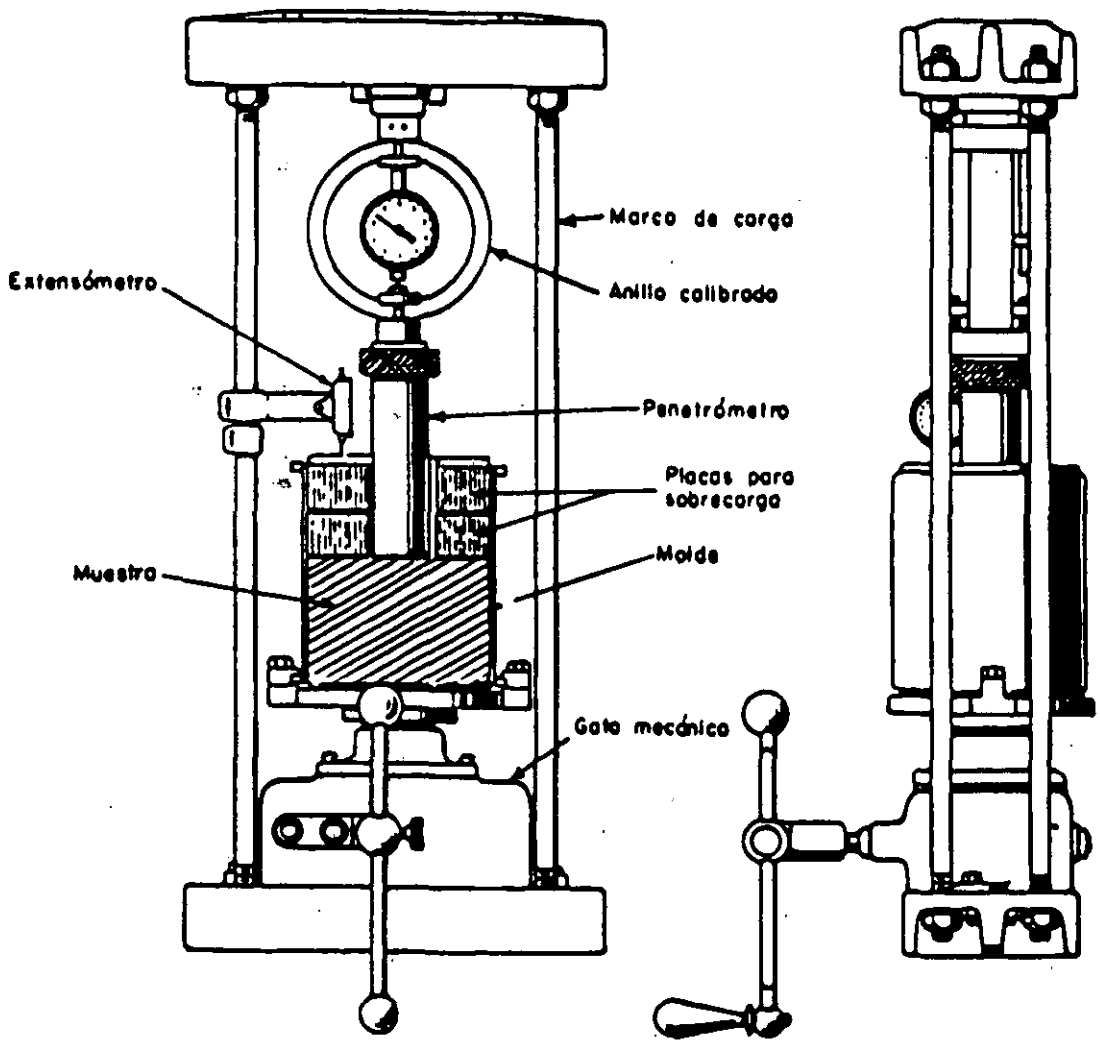


Fig. 6.15 Anillo de carga para la prueba de identación tipo CBR

E.U.A., para la preparación de los espécimenes compactados.

Para el diseño de los pavimentos de concreto, se utiliza como parámetro de resistencia del suelo el módulo de reacción vertical (k), que se determina mediante la prueba de placa no repetitiva, cuyo procedimiento está normalizado por la ASTM con la designación 1196 (ref. 6.6).

6.7.1 Método del CBR

El CBR de un suelo se determina mediante el ensaye de penetración de un pistón metálico, cilíndrico, de 19.4 cm² (3 pulg²) de área, a una velocidad de 0.127 cm/min (0.05 pulg/min). El ensaye correlaciona las cargas aplicadas al pistón, con las penetraciones medidas con un extensómetro. El registro de las cargas se efectúa para incrementos constantes de penetración, a cada 2.5 mm (0.1 pulg).

Se define como CBR del suelo a la relación existente entre la presión necesaria que hay que aplicar al pistón, para producir en el suelo una penetración de 2.5 mm (0.1 pulg) y la presión aplicada, para la misma penetración, en una grava de caliza triturada, bien graduada y saturada, compactada con una presión estática de 142 kg/cm² (2,025 lb/pulg²).

El CBR se expresa como porcentaje, respecto a las cargas obtenidas en la gráfica esfuerzo-deformación del material normalizado, para la penetración señalada de 2.5 mm. En algunas ocasiones el CBR que se obtiene para una penetración de 5 mm (0.2 pulg) es mayor, en cuyo caso se opta por este valor.

Los valores de penetración que se obtienen ena el material normalizado se presentan en la tabla 6.9 y también se muestran en la fig. 6.16.

Tabla 6.9 Presiones de penetrac en la prueba de CBR, p el material normalizado

Penetración		Presión	
mm	pulg	kg/cm²	lb/pulg²
2.5	0.1	70	1,000
5.0	0.2	105	1,500
7.5	0.3	133	1,900
10.0	0.4	161	2,300
12.5	0.5	182	2,600

Además de la prueba de penetración, se han normalizado otras partes del procedimiento de prueba, como son el proceso de saturacion de las muestras por un periodo de cuatro dias, confinando la muestra con un par de placas de sobrecarga que simulan el peso del pavimento. Esta sobrecarga también debe aplicarse durante la etapa de penetración.

La saturacion de los especímenes permite definir la susceptibilidad de los suelos a la expansión unidimensional, la cual se expresa como porcentaje de la altura inicial de la muestra y que se detecta al finalizar el proceso de saturacion, mediante un extensómetro, como lectura final.

Las pruebas de CBR también pueden efectuarse "in situ" o en muestras inalteradas labradas en moldes de prueba. Estas modalidades no permiten conocer, sin embargo, la posible expansividad del suelo al saturarse y sólo se recomienda su empleo en pavimentos construidos, para fines de evaluación, rehabilitación o verificación.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los E.U.A. introdujo una tecnologia que permite valuar el CBR de diseño de una manera racional y más confiable, debido principalmer a que la resistencia al esfuerz

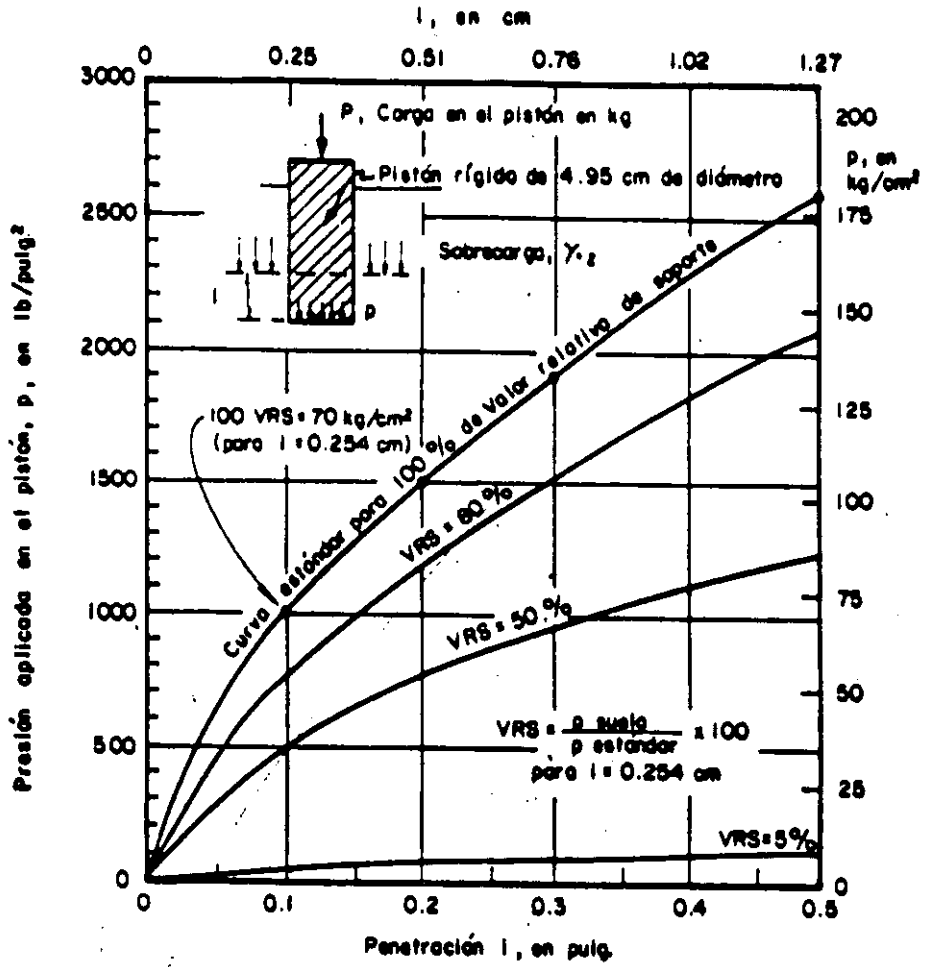


Fig. 6.16 Resultados de la prueba de CBR

cortante por identación de un suelo está afectada por las variaciones que presentan la estructuración del suelo, su peso volumétrico y su contenido de agua de moldeo.

Las modificaciones realizadas por el Cuerpo de Ingenieros se refieren básicamente a la preparación de los espécimenes que se compactan por impactos, en ensayes tipo Proctor, usando pisones con un cierto efecto de amasado. Los espécimenes se compactan por lo menos a dos energías específicas, en un mínimo de cinco muestras por cada energía, de tal modo que quede definido tanto su peso volumétrico seco máximo (γ_{dmax}), como su humedad óptima de moldeo (W_o).

A cada muestra, compactada a diferente peso volumétrico (γ_d) y con distinta humedad de moldeo (w), se le determina su CBR, después de un proceso de saturación de cuatro días, y se le define su expansión correspondiente.

Los datos así obtenidos pueden resumirse en una sola representación gráfica, tomando como base las curvas de compactación (γ_d vs w) y dibujando, sobre éllas, los isogramas de los valores de CBR y de las expansiones, como se ilustra en la fig. 6.17.

Este procedimiento lleva implícita la determinación del CBR ya expandido, es decir, bajo las condiciones más críticas posibles.

La visión de conjunto de los parámetros así representados permite conocer las variaciones de la resistencia (CBR) y de la deformabilidad (exp) del suelo, de acuerdo a la forma en la que se vaya a estructurar la capa subrasante. Así también es posible establecer las mejores condiciones de compactación para lograr la máxima resistencia posible, con una expansión tolerable. Finalmente, resulta fácil considerar las condiciones que se impongan en campo, tales como procedimientos de compactación, variaciones probables de humedad y peso volumétrico, factores climáticos y probabilidades de saturación. Estas condiciones pueden enmarcarse en determinados intervalos de γ_d y w.

El criterio para definir el CBR de diseño consiste en considerar el valor más seguro, dentro de un buen nivel de confianza, normalmente del 80%, conprendido entre los valores máximo y mínimo posibles, que se encuentran dentro del marco de referencia aludido en el párrafo anterior.

6.7.2 Prueba de placa no repetitiva

El módulo de reacción vertical (k) de los suelos, que es el parámetro mecánico a considerar en el diseño de los pavimentos de concreto, se determina mediante el ensaye de campo designado por la ASTM cor número 1196 y que consis esencialmente, en cargar las terracerías, previamente construidas o sobre terrenos de cimentación, mediante un sistema compuesto comúnmente por un gato hidráulico, que se apoya en varias placas metálicas de diversos diámetros, dispuestas en forma piramidal, de mayor menor.

El sistema de carga se complementa mediante un peso o lastre, frecuentemente constituido por un camión cargado o una estructura construida ex profeso. Las deformaciones experimentadas por el suelo al ser cargado se registran mediante tres extensómetros, como mínimo, dispuestos en planta a 120° sobre la placa que se apoya en el terreno.

Algunas veces, con fines de Investigación principalmente, colocan extensómetros adicionales equidistantes, para definir la "cubeta" de deformaciones del terreno. La fig. 6.18 muestra el dispositivo completo para la ejecución de una prueba de placa.

La prueba de placa no repetitiva se desarrolla aplicando de seis a ocho incrementos de carga, dejando estabilizar la carga, durante tres minutos consecutivos, a una velocidad de deformación máxima de 0.025 mm/min (0.001 pulg./min). El ensaye se lleva hasta alcanzar una presión de 0.7 kg/cm², usando placa de 762 mm (30 pulg.) de diámetro.

En la fig. 6.19 se presenta el ejemplo de los resultados típicos que se obtienen en pruebas de placa no repetitivas.

Se define como módulo de reacción de un suelo, k, a la presión que debe aplicarse al mismo, para producirle una deformación unitaria. En el c de la prueba de placa no repetiti.

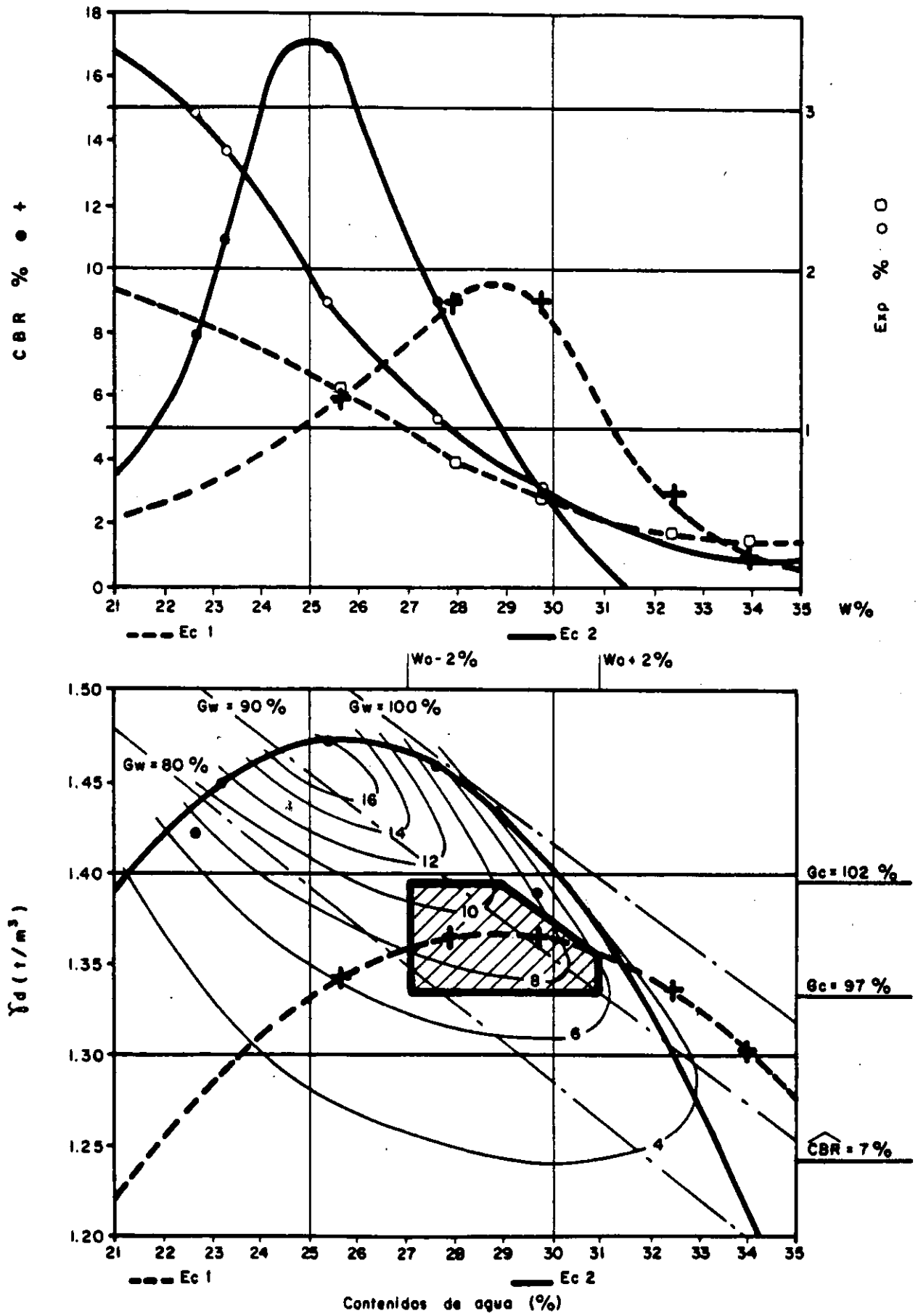


Fig. 6.17 Diagrama de resultados de las pruebas de CBR

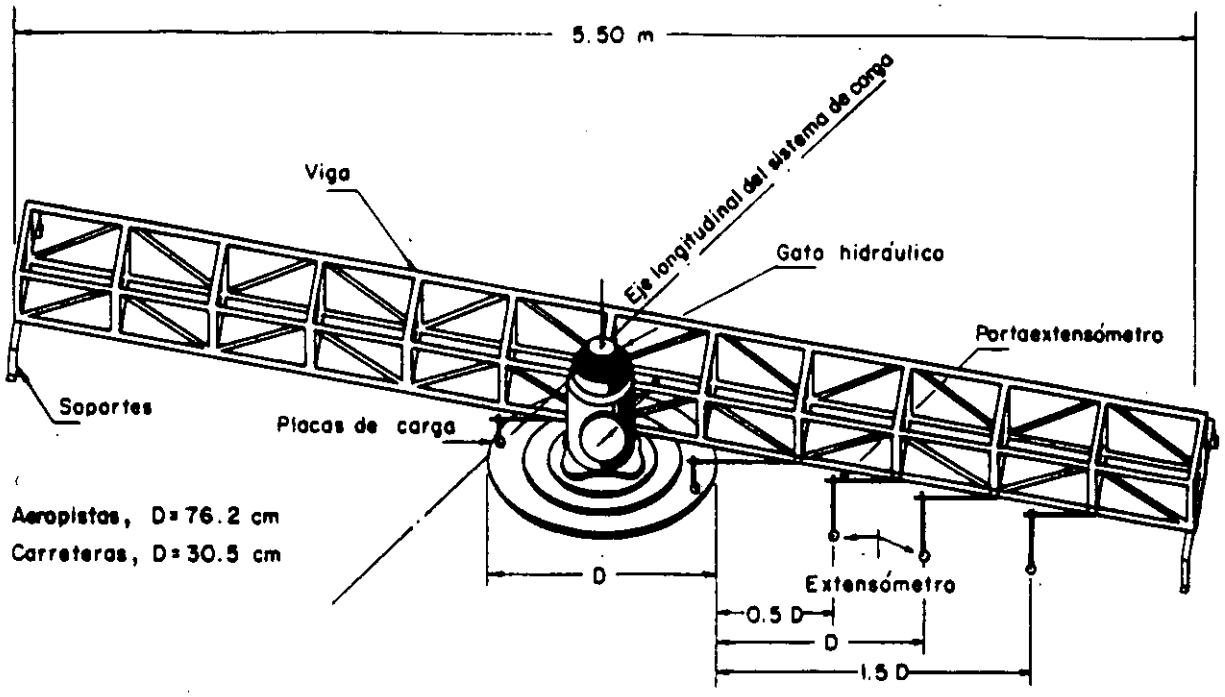


Fig. 6.18 Sistema de carga y deformación, en las pruebas de placa

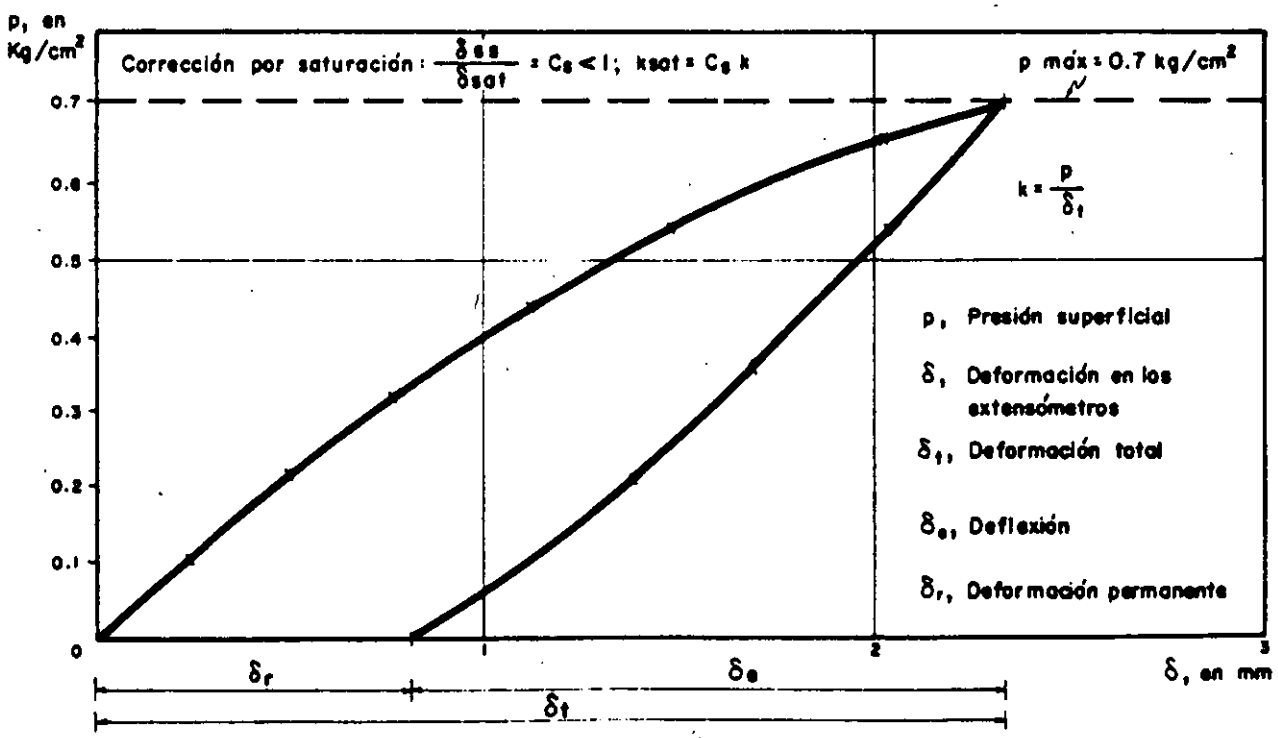


Fig. 6.19 Resultados típicos de la prueba de placa no repetitiva (ASTM 1196)

-orresponde a la máxima presión plicada al suelo p = 0.7 kg/cm² y a la deformación unitaria máxima alcanzada (δ_e), es decir:

$$k = p/\delta_e, \text{ en kg/cm}^3 \qquad (6.3)$$

Los resultados de campo deben ser corregidos por posibles incrementos en la humedad de prueba hasta llegar a la humedad final de equilibrio. Un criterio dentro de la seguridad, pero al fin y al cabo arbitrario, consiste en efectuar ensayes de deformabilidad sobre muestras inalteradas, empleando odómetros y aplicando una presión análoga a la de la prueba de campo, bajo las condiciones de humedad natural y de saturación. La relación entre las deformaciones a la humedad natural y a la humedad de saturación se aplica como factor de corrección al módulo de reacción determinado en campo.

Se reconoce casi universalmente que la prueba de placa tiene algunas desventajas en su aplicación, entre las que se pueden citar su alto costo, la imposibilidad de realizar ensayes en número estadísticamente aceptable y sólo se pueden efectuar hasta que las terracerías estén construídas. Por estas razones y considerando que el módulo de reacción, como parámetro de diseño, no es tan significativo en el dimensionamiento de espesores de los pavimentos de concreto, la Portland Cement Association (PCA) sugiere estimar este parámetro empleando ensayes de clasificación, y a lo sumo, pruebas de CBR, tal como se describió en el párrafo 6.7.1. empleando, además, los valores consignados en el diagrama de la fig. 6.20 (ref. 6.7).

En realidad el módulo de reacción de diseño es el determinado a nivel de a sub-base compactada o módulo de reacción combinado (k_c). El efecto que produce esta capa, en el sistema de apoyo de las losas, es el de incrementar, en cierta medida, el módulo de reacción de la subrasante. La PCA, habiendo efectuado pruebas de placa sobre diversos tipos de subrasantes, sin y con sub-bases granulares y sub-bases tratadas con cemento Portland, de varios espesores, publicó las gráficas para la estimación del módulo de reacción combinado (k_c), que se presentan en la fig. 6.21.

La FAA recomienda no utilizar módulos de reacción superiores a 13.6 kg/cm² (500 lb/pulg²), a nivel de subrasante, valor al que también deberán limitarse los módulos de reacción combinados, que cuentan con sub-bases granulares.

6.8 DIMENSIONAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

Las variables relevantes en el diseño de pavimentos asfálticos de un aeródromo son las siguientes:

a) Las características del tránsito aéreo, tal como se trató en el inciso 6.5, medidas como salidas anuales equivalentes de la aeronave de diseño.

b) Las propiedades de resistencia y deformabilidad de la subrasante (inciso 6.7), caracterizadas por el CBR de diseño

c) Los requerimientos mínimos de calidad, de las diversas capas constitutivas de la sección estructural del aeródromo

d) Los espesores mínimos de las capas del pavimento, tanto desde el punto de vista constructivo, como los que, hayan demostrado un comportamiento apropiado.

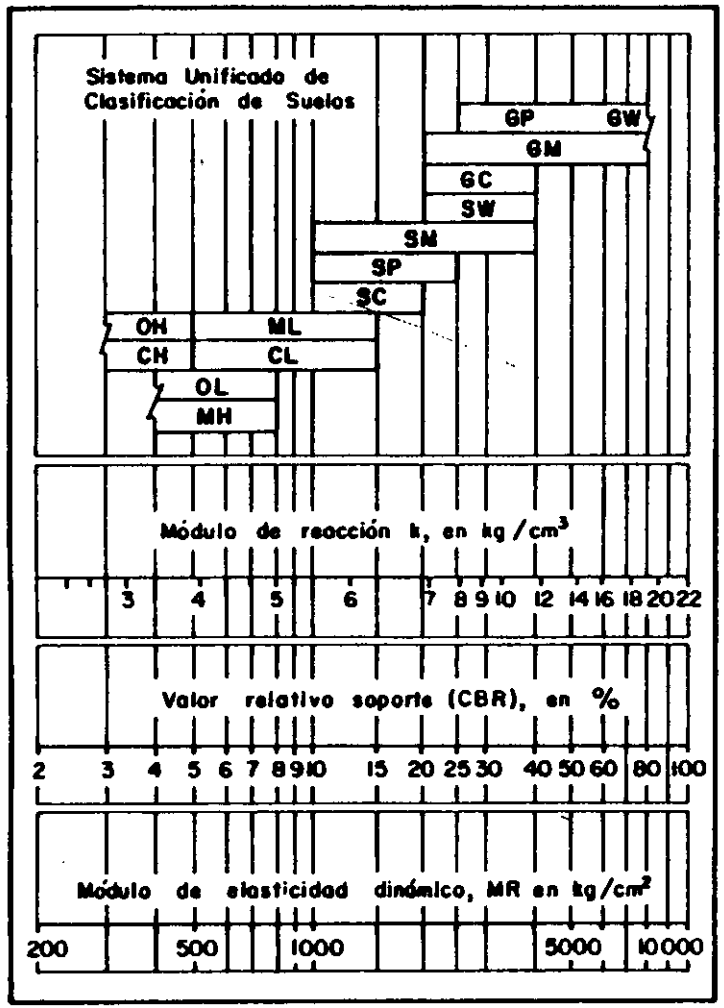
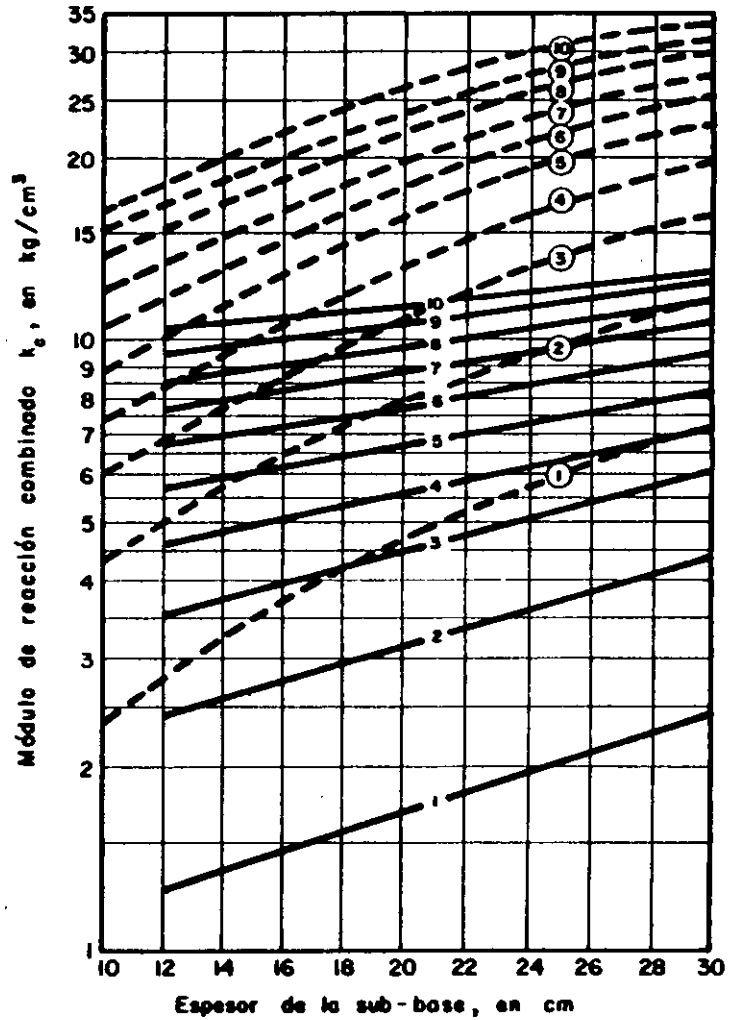


Fig. 6.20 Relaciones aproximadas entre el tipo de suelo (Clasificación SUCS), su módulo de reacción k, su CBR y su módulo de elasticidad dinámico, M_R



—— k en la subrasante, para sub-base granular.

- - - k en la subrasante, para sub-base tratada con cemento.

Fig. 6.21 Módulo de reacción combinado (k), por efecto del tipo de espesor de la sub-base

El método de diseño recomendado por la FAA es ciertamente un procedimiento de relativa sencillez en su aplicación. Basado, como casi todos los métodos de diseño, en correlaciones empíricas, la FAA propone los ábacos de diseño que se incluyen en las figs. 6.22 a 6.27, en las que se relacionan el Valor Relativo de Soporte (CBR) del terreno de cimentación y/o de la capa subrasante, con el peso bruto de la aeronave de diseño (W_b) y el número de pasadas o salidas anuales (SA), de la misma aeronave.

Estas gráficas de diseño están formuladas para aeronaves con arreglos de ruedas gemelas, sistemas en bogie y para las aeronaves denominadas de fuselaje ancho tipos DC-10-10, DC-10-30, Boeing 747-100, 200 y 400, respectivamente.

De la aplicación de dichas curvas se infiere el espesor total del pavimento, expresado como una sección homogénea de grava (grava equivalente), considerando una vida útil del aeródromo de 20 años. En las mismas curvas se indica el espesor mínimo de carpeta asfáltica, tanto para las áreas críticas de circulación, como de las que no lo son.

De hecho, el espesor total calculado se refiere al necesario para las zonas críticas y debe reducirse para las no críticas, conforme al criterio ya indicado en la fig. 6.7.

Para la determinación del espesor mínimo necesario de base granular se emplea el diagrama de la fig. 6.28, que está en función del CBR de la capa subrasante y el espesor total del pavimento, en grava equivalente, obtenido en los anteriores ábacos de diseño.

Una vez determinado el espesor total necesario de la sección estructural y definidos los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base granular, se procede a analizar diversas alternativas en la formación de las capas de sub-base o base, empleando aditivos tales como cal, cemento Portland y/o productos asfálticos, de acuerdo con la disponibilidad de materiales.

Debe comentarse que la FAA aconseja utilizar sólo mezclas asfálticas elaboradas en planta y en caliente (concretos asfálticos), en la construcción de la carpeta, con los espesores mínimos indicados en las gráficas de diseño. Solamente en aeródromos de poca importancia y en casos especiales, se puede aceptar el empleo de mezclas elaboradas en frío con asfaltos líquidos, para la superficie de rodamiento.

Gracias al beneficio que se logra en la capacidad estructural del pavimento, cuando se estabilizan las capas de sub-base y/o base con agentes cementantes, es posible reducir sus respectivos espesores, aplicando factores de equivalencia, respecto al espesor de diseño de sección homogénea de grava ...

En principio, los factores de grava equivalente (FGE) dependen del incremento que se logre en el módulo de elasticidad de un material granular y por lo tanto, en el aumento relativo de su calidad; sin embargo, dichos factores también son función de otras variables tales como la posición de la capa considerada dentro de la estructura, su espesor, la intensidad de tránsito a la que estará sujeta, las características de los materiales subyacentes y otras variables. Debido a estas consideraciones, los factores de grava equivalente recomendados por la FAA tienen un carácter más bien empírico, basado en el buen comportamiento exhibido por dichos materiales.

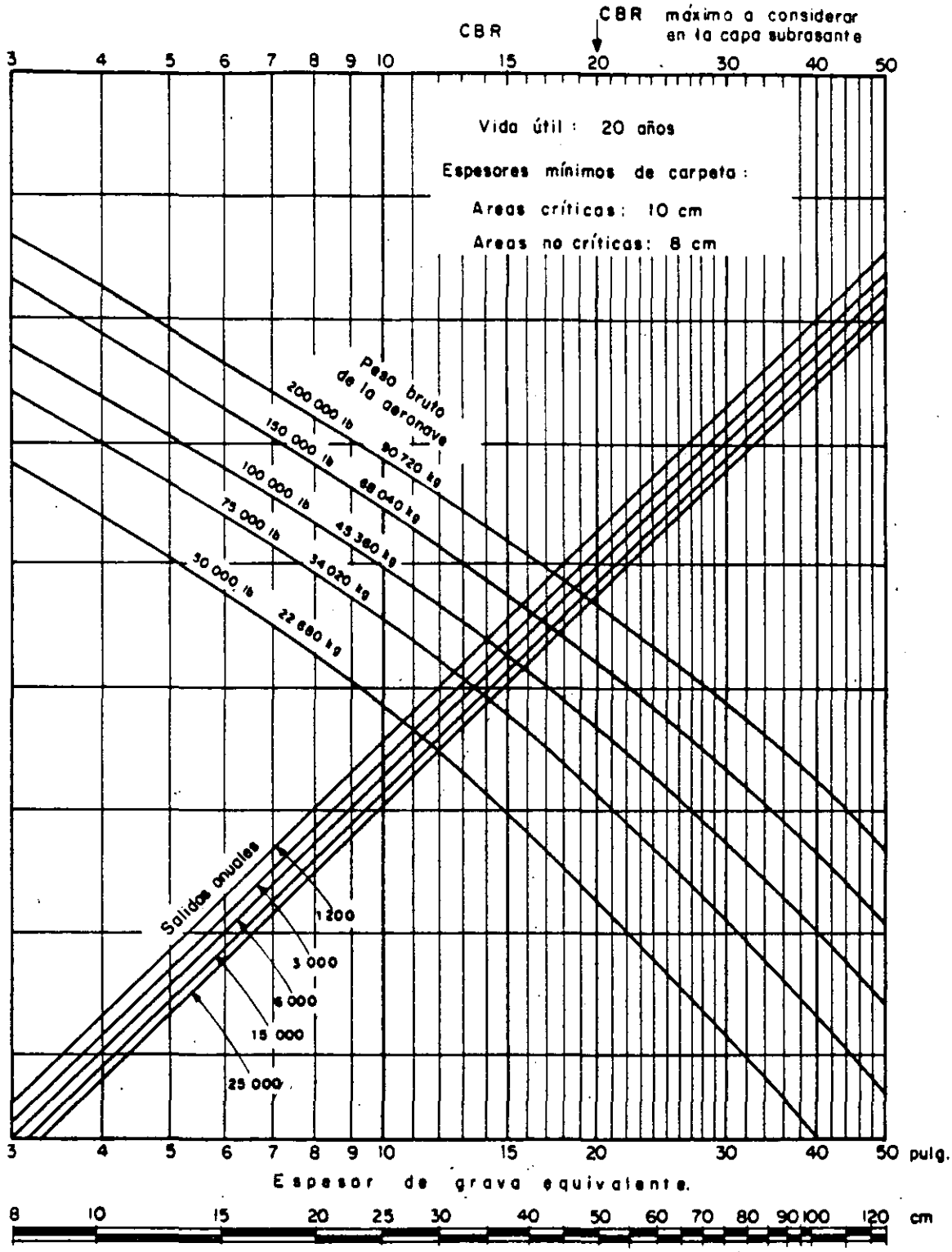


Fig. 6.22 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para áreas críticas, tren de ruedas gemelas

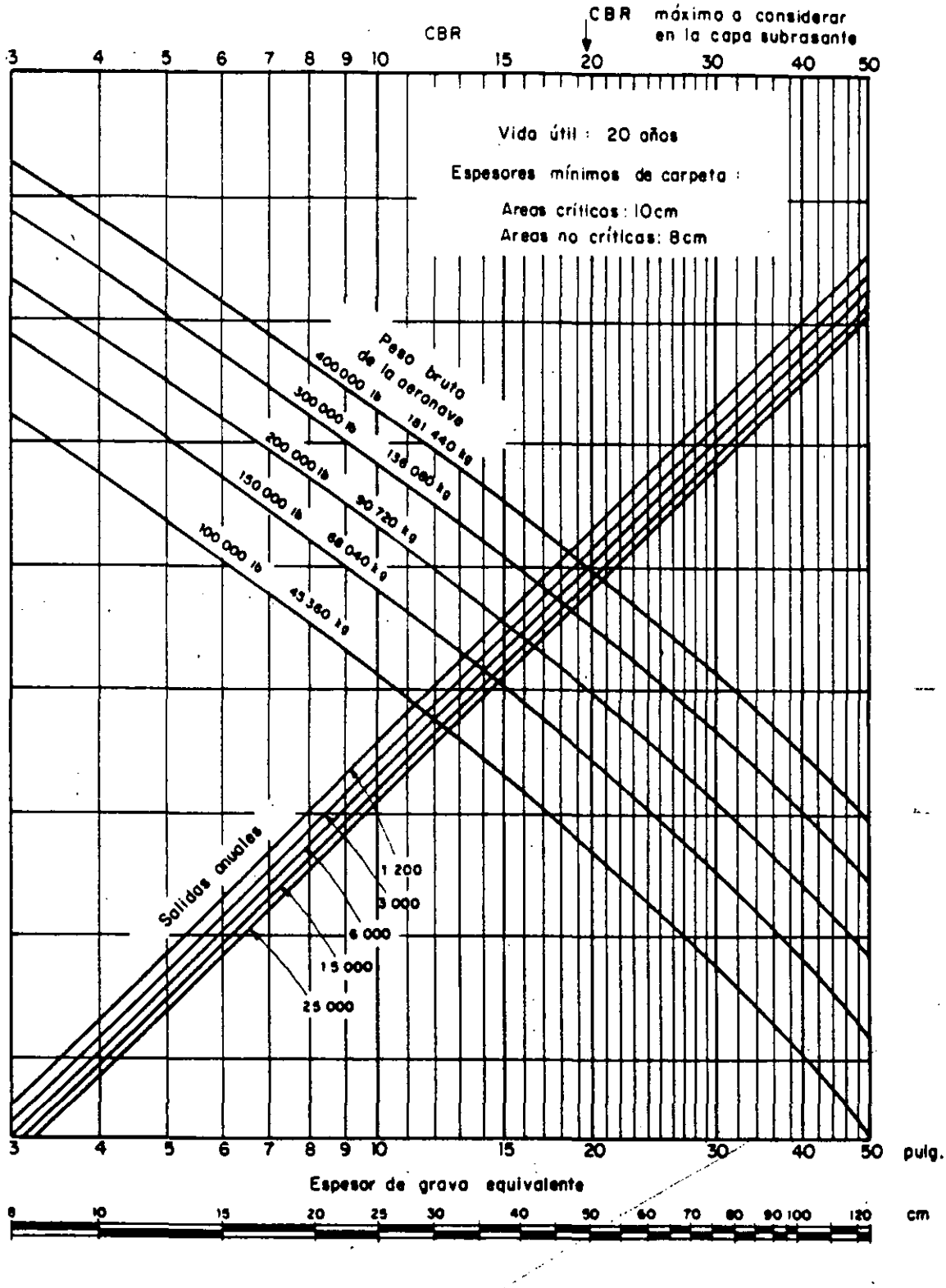


Fig 6.23 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para áreas críticas, tren de aterrizaje en bogie (tándem)

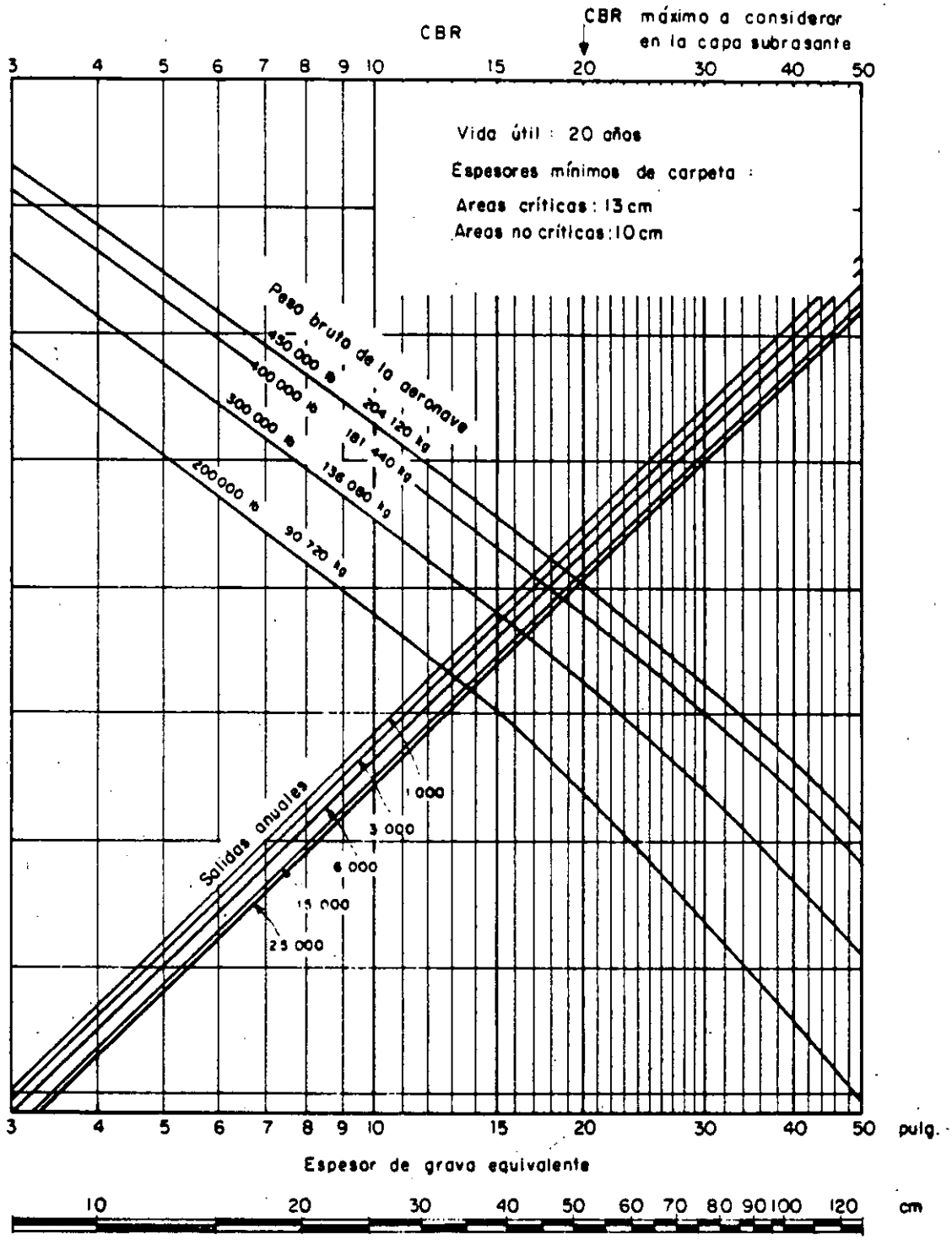


Fig. 6.24 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para áreas críticas, DC 10-10, 10CF

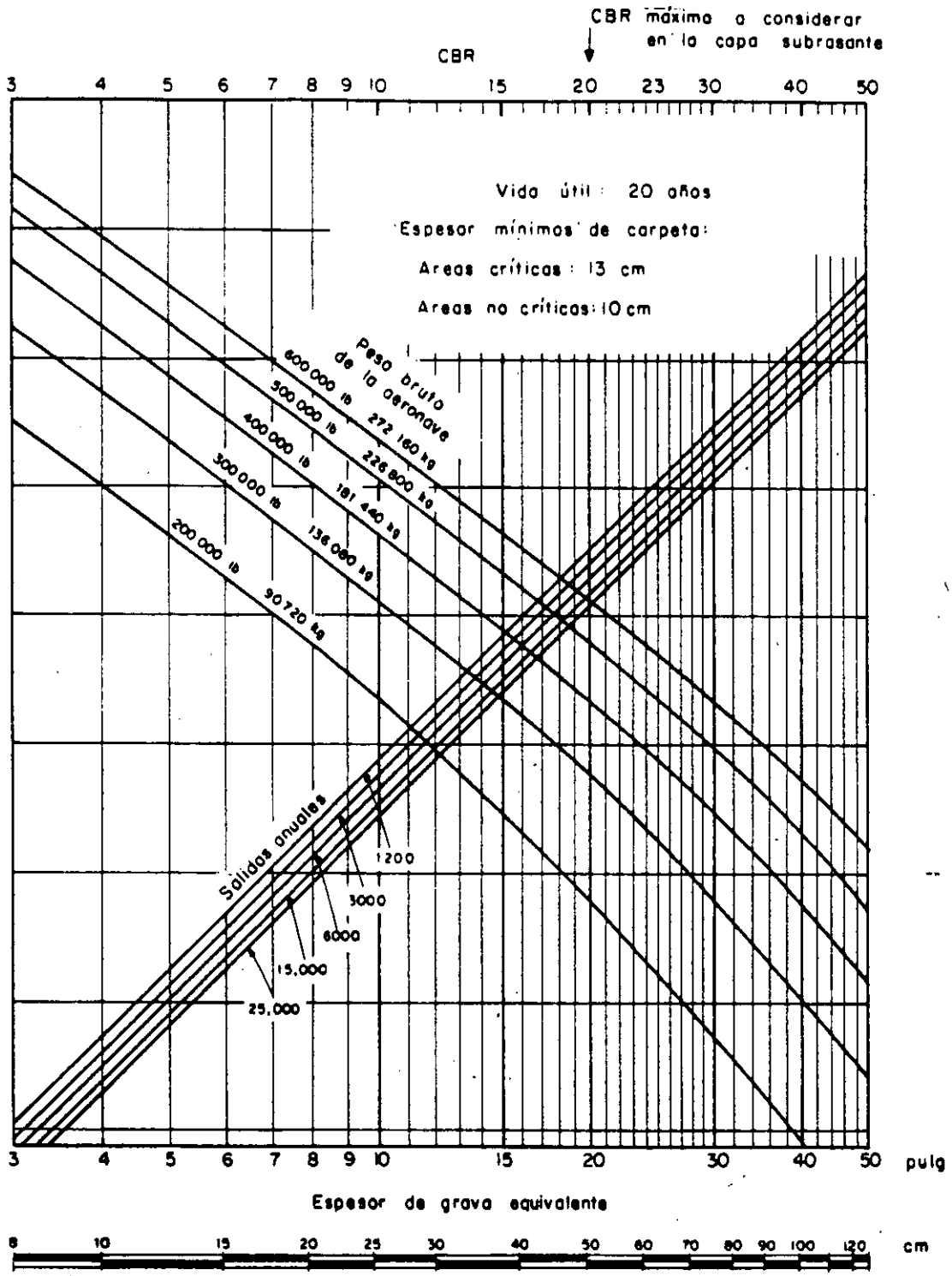


Fig. 6.25 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para áreas críticas, DC 10-30, 30CF, 40, 40CF

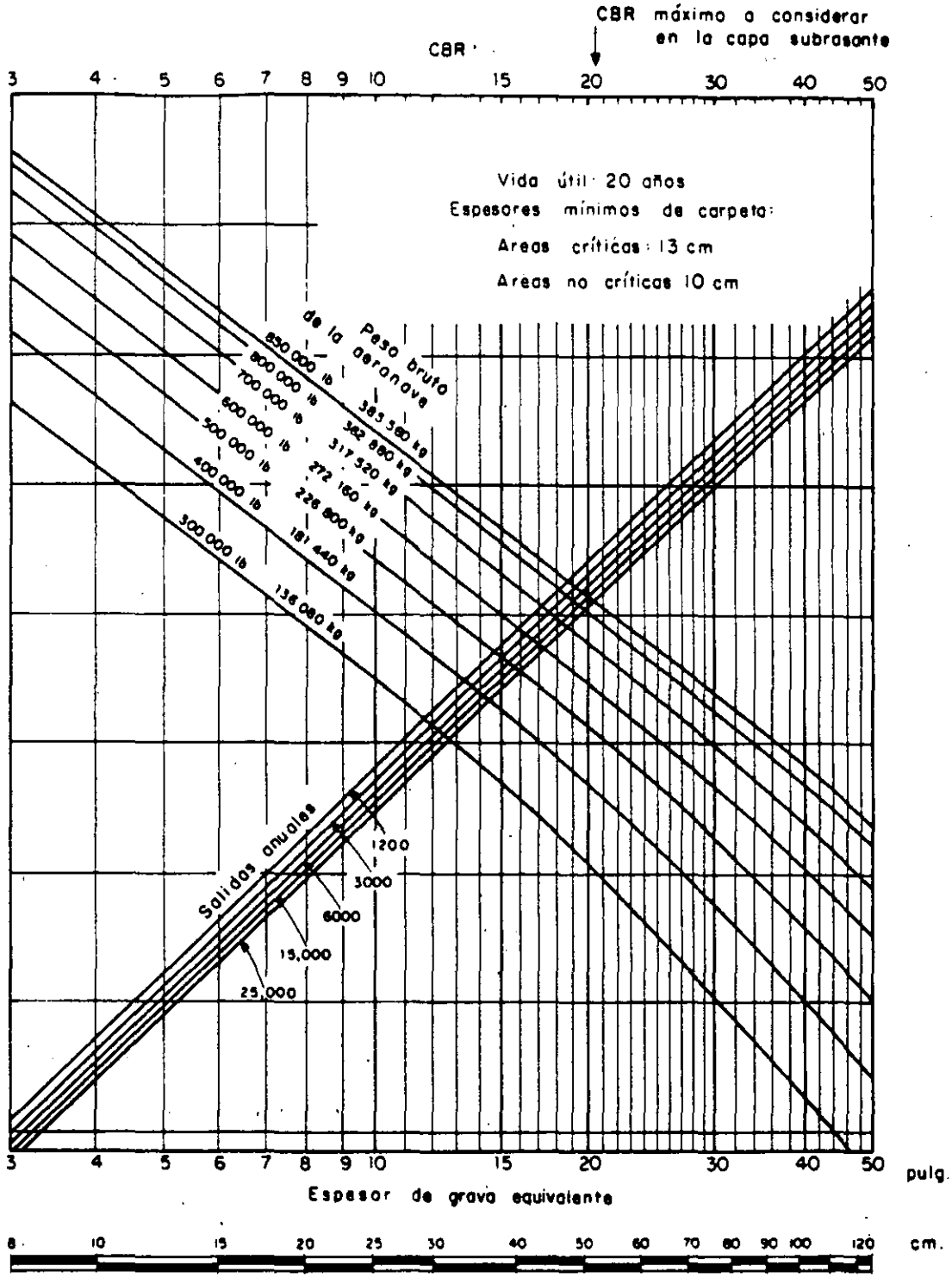


Fig. 6.26 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para areas críticas, B-747-100, SR, 200 B,C,F

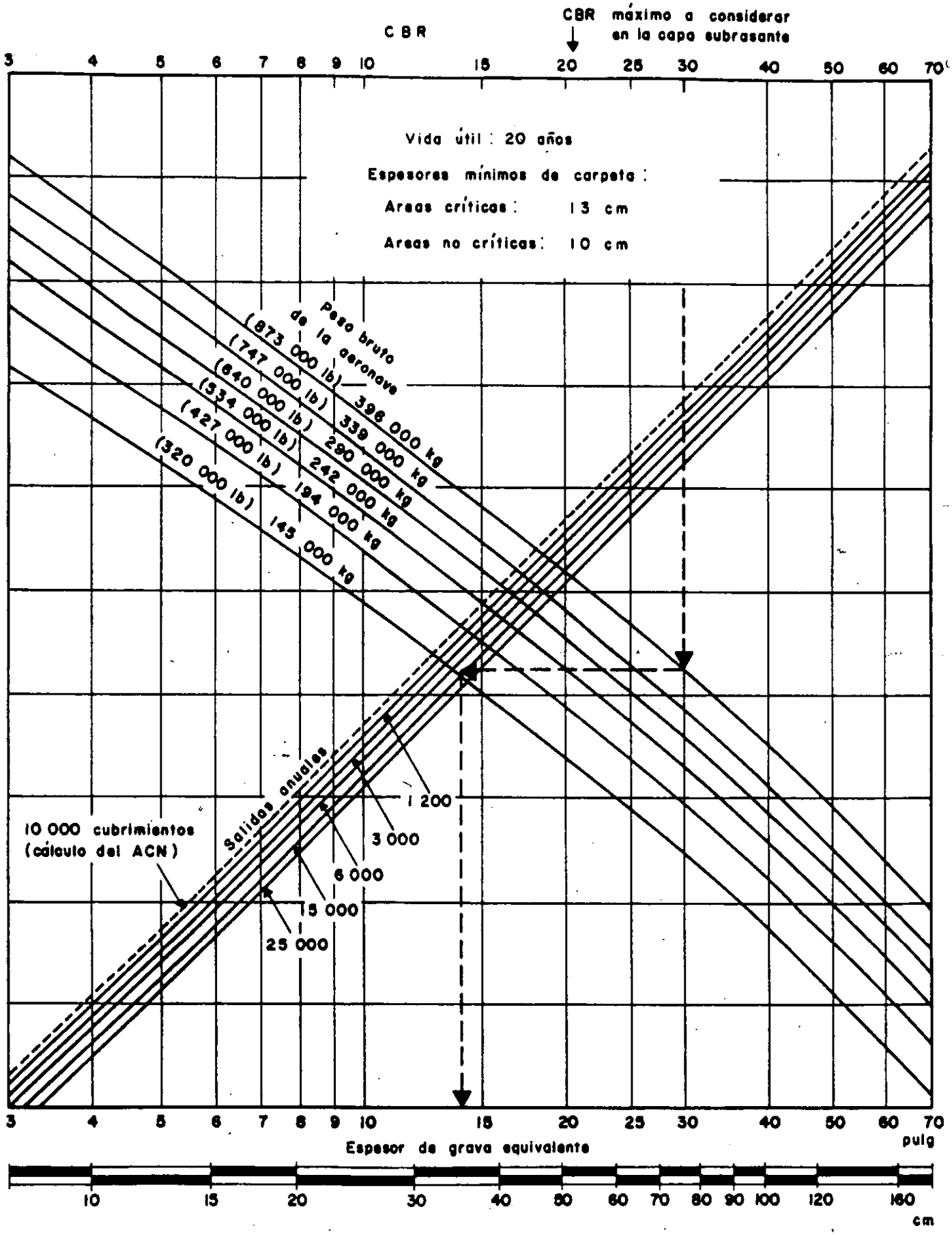


Fig. 6.27 Gráfica de diseño de pavimentos asfálticos para áreas críticas. Aeronave tipo Boeing 747-400

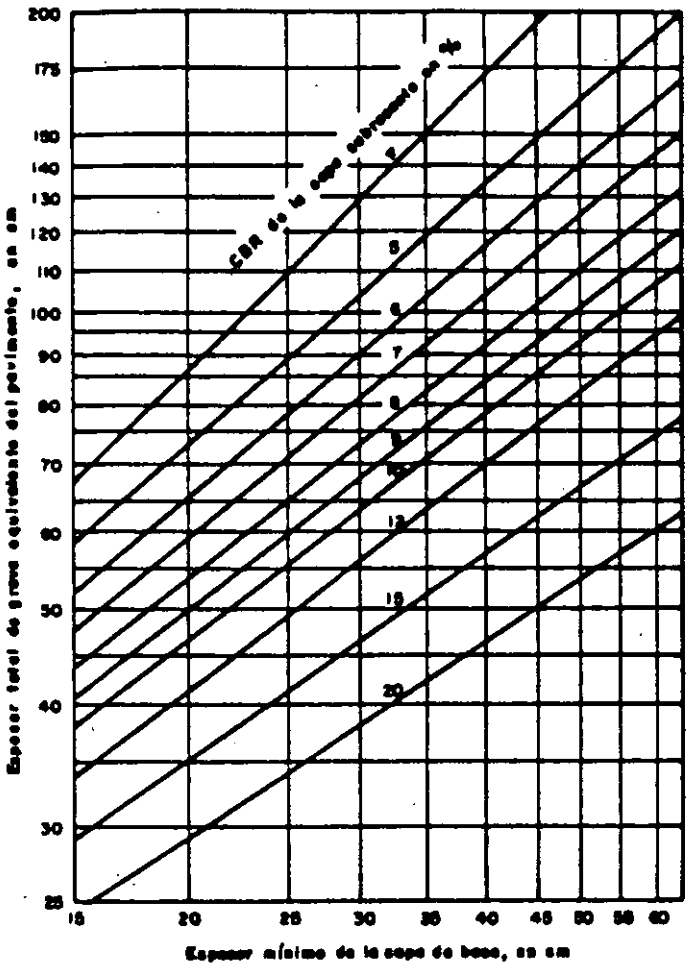


Fig. 6.28 Gráfica para el diseño de espesor mínimo de base de grava triturada

En la fig. 6.29 se presentan gráficas que permiten estimar los factores de grava equivalente de diversos materiales, en función del tránsito áereo del aeródromo y de su posición relativa dentro de la sección estructural.

El material normalizado de grava, al cual se le considera un factor de grava equivalente de 1.0, puede clasificarse como una grava poco limosa bien graduada (GW - GM), con un CBR mínimo de 20%, que se emplea como sub-base y cuando se está considerando la estructuración del nivel de subrasante hacia arriba.

Cuando el nivel de estructurac considerado es el de la ba

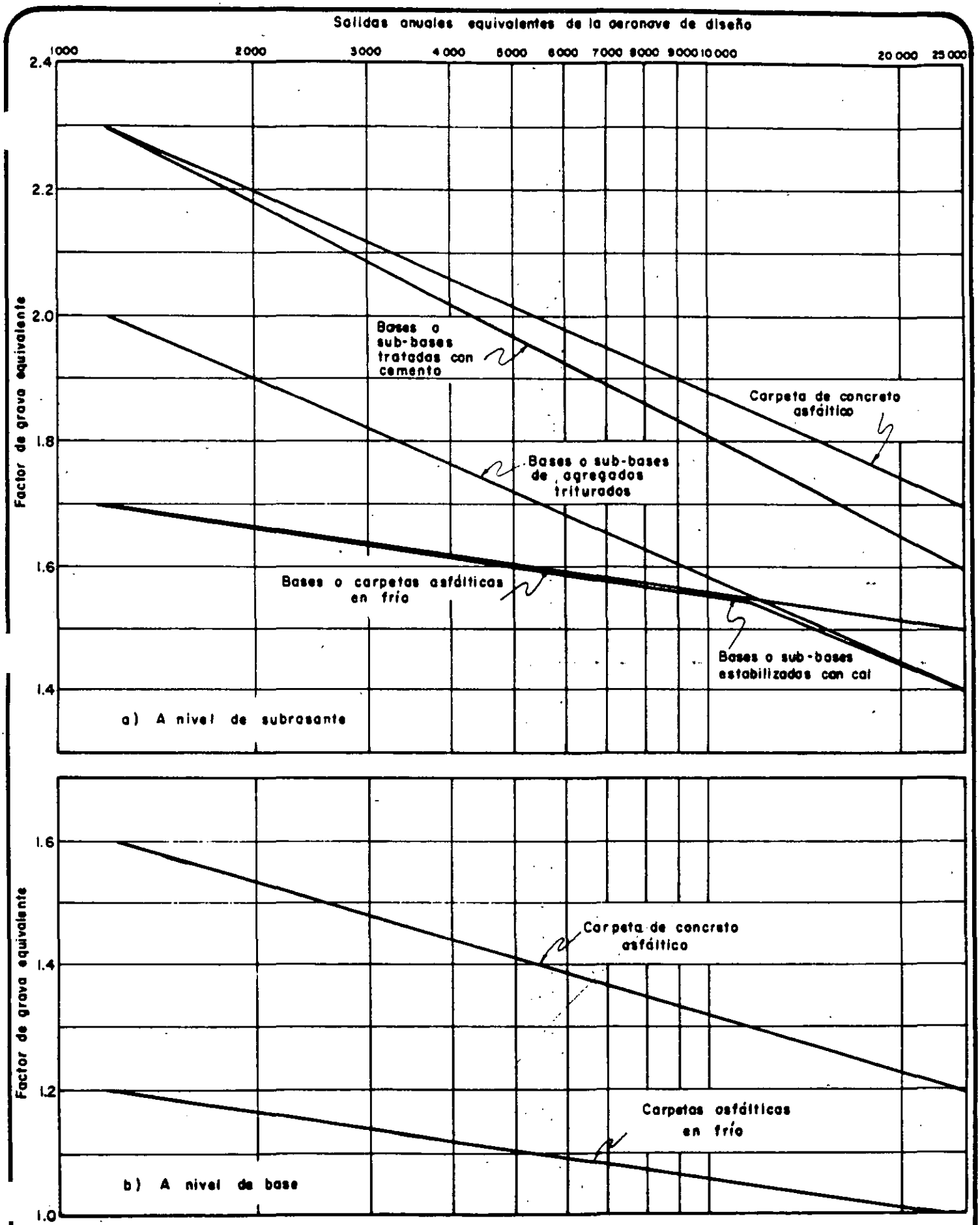


Fig. 6.29 Estimación de los factores de grava equivalente en estructuras asfálticas (OACI)

Tabla 6.10.2 Características estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Base (BTL)	Suelos estabilizados con cal (GP, GM, GC, SP, SM, SC)	Granulometría (MN) (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	15 a 30
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad (MN)	Límite Líquido (w_L, %)	> 30
			Indice Plástico (I_p, %)	> 10
			Equivalente de arena (%)	< 30
		Compactación (ME)	AASHTO modificada (%)	> 100
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Resistencia (ME)	CBR (%)	> 100
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	15
Base (BTC)	Suelos estabilizados con cemento (GW, GM, GC, SW, SM, SC)	Granulometría (MN) (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	10 a 25
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad (MN)	Límite Líquido (w_L, %)	> 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 12
			Equivalente de arena (%)	< 50
		Compactación (ME)	AASHTO modificada (%)	> 100
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Resistencia (ME)	Compresión simple f'c a los 7 días (kg/cm²)	> 46
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	20
Base (BTA)	Grava triturada, estabilizada con asfaltos (GW, GP)	Granulometría (MN) (fig. 6.32)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	0 a 4
			Zona granulométrica	1
		Plasticidad (MN)	Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 50
		Compactación (ME)	Ensaye Marshall (%) (75 golpes/cara)	> 95
		Resistencia (ME)	Estabilidad Marshall (kg)	> 350
		Deformabilidad (ME)	Flujo Marshall (mm)	2 a 4
	Nota: MN, material nativo; ME, material estabilizado	Durabilidad (MN)	Desgaste Los Angeles (%)	< 45
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	10

Tabla 6.10.1 Características estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Subrasante	Suelos no plásticos (GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, CL, ML)	Granulometría	Tamaño máx. (cm)	7.6
			% de Finos	< 25
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 30
			Indice Plástico (I_p, %)	< 10
		Compactación	AASHTO estándar (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 20
		Deformabilidad	Expn. ensaye de CBR (%)	< 2
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	50
Sub-base granular (SB)	Grava poco limosa (GW-GM) Grava triturada (GW)	Granulometría (fig. 6.30)	Tamaño máx. (cm)	5.1
			% de Finos	< 15
			Zona granulométrica	1 a 2
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 20
		Compactación	AASHTO modificada (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 40
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 40
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	~15
Base granular de pavimentos asfálticos y sub-base de pavimentos de concreto (BG)	Grava triturada, bien graduada (GW)	Granulometría (fig. 6.31)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	< 10
			Zona granulométrica	1 ó 2
		Plasticidad	Límite Líquido (w_L, %)	< 25
			Indice Plástico (I_p, %)	< 6
			Equivalente de arena (%)	> 50
		Compactación	AASHTO modificada (%)	> 100
		Resistencia	CBR (%)	> 100
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 40
		Espesor mínimo	Medición directa (cm)	20

Tabla 6.10.3 Caracteristicas estructurales recomendables para secciones de pavimentos en aeródromos

ELEMENTO	MATERIALES TIPICOS	NIVELES DE CALIDAD		
		CARACTERISTICA	ENSAYE	VALOR
Carpeta (CA)	Concreto asfáltico, grava triturada, bien graduada (GW, GP, SW, SP)	Granulometria (fig. 6.32)	Tamaño máx. (cm)	3.8
			% de Finos	0 a 10
			Zona granulométrica	2
		Forma de partículas	Indice de lajeo (%)	< 25
		Plasticidad	Equivalente de arena (%)	> 55
		Compactación	Ensaye Marshall (%) (75 golpes/cara)	> 95
		Resistencia	Estabilidad Marshall (kg)	> 700
		Deformabilidad	Flujo Marshall (mm)	2 a 4
		Permeabilidad	Vacios (%)	3 a 5
		Durabilidad	Desgaste Los Angeles (%)	< 45
		Espesor minimo	Medición directa (cm)	8

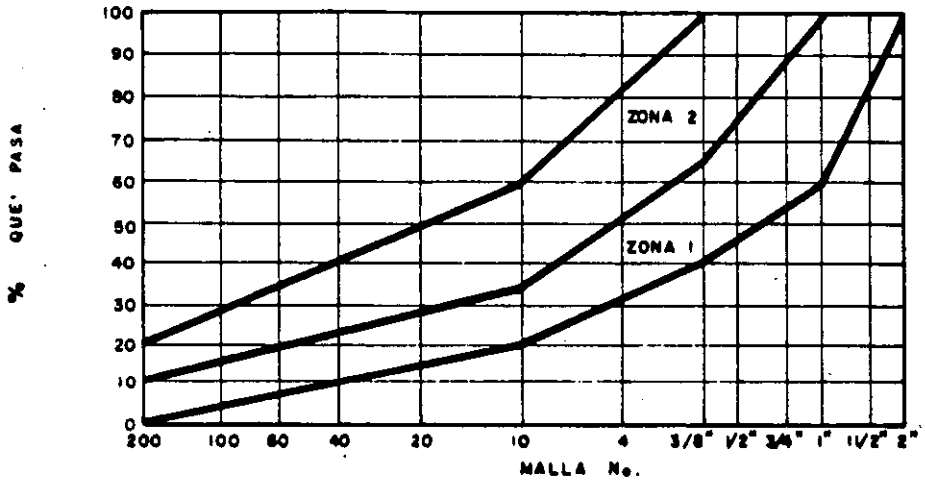


Fig. 6.30 Granulometría recomendada para materiales de sub-base

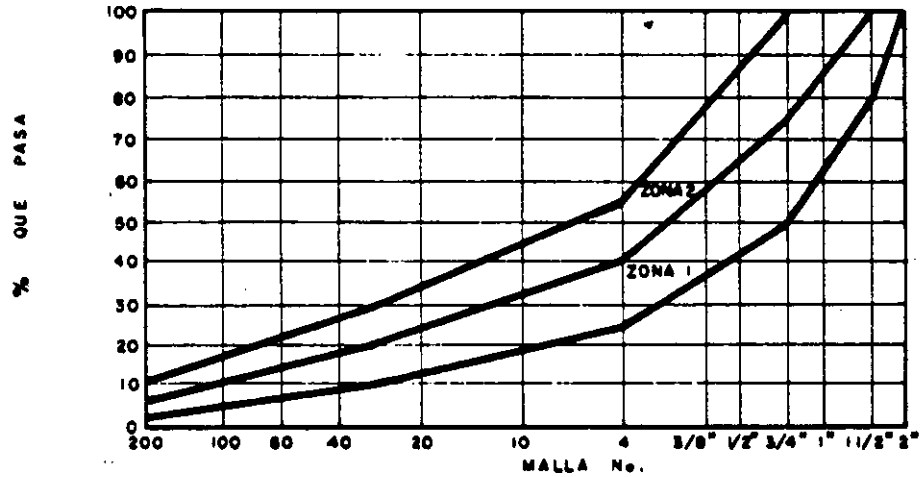


Fig. 6.31 Granulometría recomendada para materiales de base

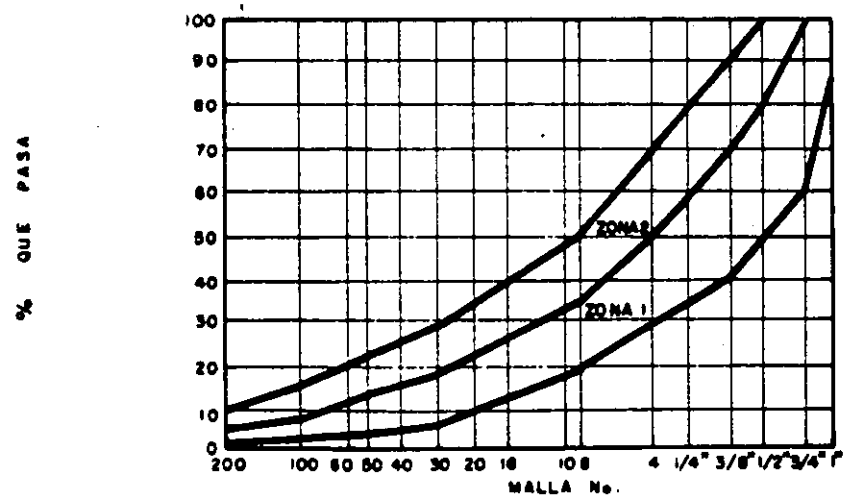


Fig. 6.32 Granulometría recomendada para materiales de carpetas y bases asfálticas

entonces el factor de grava equivalente de 1.0 corresponde a una grava triturada bien graduada (GW), con un CBR mínimo de 80%.

Dependiendo del tipo de materiales usados, tanto en la tablas 6.10 como en las figs. 6.30 a 6.32 se dan las recomendaciones mínimas relativas a los espesores de cada capa y a los niveles de calidad deseables, cuando el tránsito aéreo del aeródromo esté constituido por aeronaves con peso superior a 50 t.

6.9 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

6.9.1 Parámetros y consideraciones para diseño

Las actuales métodos de diseño que se aplican en el dimensionamiento de espesores de losas de concreto para pavimentos, contemplan parcialmente análisis basados en la teoría elástica de Westergaard, bajo acción repetitiva de las cargas las aeronaves.

El diseño de espesores de pavimentos de concreto está regido por las siguientes variables significativas:

a) Las particularidades del tránsito aéreo, es decir, el tipo, peso y el número de pasadas o salidas anuales (SAE) de la aeronave de diseño, conforme se explicó en el inciso 6.5.

b) Las propiedades mecánicas del concreto empleado en las losas del pavimento, caracterizadas por su su módulo de elasticidad (E), la relación de Pöisson (μ) y, en forma primordial, mediante su módulo de resistencia a la tensión por flexión (σ_r), según el procedimiento del ensaye designado con el número C-683 de la ASTM, cuyo dispositivo de carga se muestra esquemáticamente en la fig. 6.33.

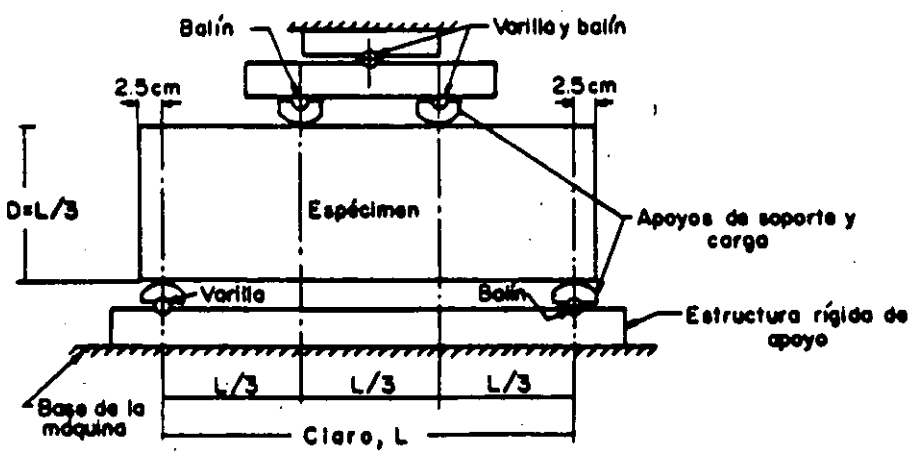


Fig. 6.33 Ensaye para determinar el módulo de resistencia a la tensión por flexión (σ_r) del concreto (ASTM C 683)

c) Las propiedades de resistencia y deformabilidad combinadas de las capas de subrasante y sub-base, definidas por su módulo de reacción vertical (k_e), conforme a lo indicado en el inciso 6.7.

d) Los espesores en las zonas no críticas del aeródromo, se pueden reducir en base al criterio ya explicado en la fig. 6.7. El tercio central de la pista, que define el área de rodamiento más frecuente de las aeronaves, debe tener un ancho mínimo de 18 m en los pavimentos de concreto y en él, el espesor de diseño debe ser constante.

En aeropistas, de los parámetros enunciados, los más significativos en el diseño de espesores de losas de pavimento son la resistencia a la tensión del concreto (σ_r) y la magnitud de las descargas (W_b) que ejercen las aeronaves.

Tomando en consideración, por un lado, el incremento de resistencia que se desarrolla en el concreto con la edad, y por el otro, la variabilidad que se puede presentar en su calidad, durante su construcción, (Packard ref. 6.7) se recomienda que el módulo de resistencia a la tensión, que debe emplearse en el diseño, se calcule mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_r = \sigma_{r90} (1-cv) F \qquad (6.4)$$

donde:

σ_r = Valor de diseño del módulo de resistencia a la tensión por flexion del concreto, en kg/cm²

σ_{r90} = Módulo de resistencia a la tensión por flexión promedio a los 90 días, el cual puede considerarse 10% mayor que el determinado a los 28 días en el laboratorio, kg/cm²

cv = Coeficiente de variación de calidad estadística, del módulo de resistencia a la tensión por flexión

F = Factor por incremento de la resistencia del concreto con la edad, durante la vida útil de la obra, generalmente supuesto igual a 1.1

Packard (ref. 6.7) califica el nivel de calidad de concretos en términos de su coeficiente de variación estadístico (cv), obtenido durante el control de calidad como se indica en la tabla 6.11

Tabla 6.11 Niveles de calidad de concretos

cv, en %	Nivel de calidad
< 10	Excelente
10 a 15	Bueno
15 a 20	Regular
> 20	Pobre

La sub-base del pavimento puede construirse con un espesor mínimo de 15 cm, dependiendo del tamaño máximo de los agregados que se empléen en su construcción; sin embargo, un espesor mayor o la utilización de agentes estabilizantes da, como resultado, una reducción en el espesor de las losas, al incrementarse el módulo de reacción combinado k_e, conforme se deduce el uso del ábaco de la fig. 6.21.

Por lo tanto, el diseño del espesor de la sub-base obedece a criterios de índole económica, al comparar las diversas soluciones que puedan proponerse. Por otra parte, el espesor de la sub-base también se diseña considerando sus funciones, como capa subdrenante.

6.9.2 Diseño de los espesores de losas de concreto. Método de la FAA.

Como en el caso de los pavimentos asfálticos, la FAA ha elaborado gráficas para el diseño de espesores de losas de concreto para pavimentos (ref. 6.3), considerando el tránsito de aeronaves con piernas de ruedas sencillas, ruedas gemelas, sistemas en bogie y también para el caso de aeronaves de fuselaje ancho.

Para determinar el espesor de diseño, en las zonas críticas del aeródromo, se selecciona la gráfica de diseño correspondiente, del catálogo que proporciona la FAA y que se presenta en las figs. 6.34 a 6.38 para aeronaves de ruedas gemelas, sistemas en bogie y aeronaves de fuselaje ancho de los tipos DC-10-10, DC-10-30, B-747-100 y B-747-200, respectivamente.

El modo de empleo de las gráficas es el siguiente:

A partir de la escala vertical de la izquierda, correspondiente al módulo de resistencia a la tensión por flexión, de diseño (σ_r), se traza una línea horizontal hasta intersectar la curva de módulo de reacción combinado (k_c). Por el punto encontrado, se lleva una línea vertical hasta el trazo de la recta que representa el peso bruto de la aeronave (W_b); por este nuevo punto de intersección se dibuja otra línea horizontal hasta encontrar la escala vertical del lado derecho, que pertenece al número de salidas anuales (SA) estimadas en la vida útil, definiéndose así el espesor de diseño del pavimento.

6.9.3 Diseño de los espesores de losas de concreto. Método de la PCA.

En el método propuesto por Portland Cement Association (PCA) se considera necesario hacer el análisis por fatiga, en concordancia con el nivel de esfuerzos a la tensión que produce cada tipo de aeronave, en la fibra más fatigada de las losas y el número de aplicaciones esperado de cada tipo de aeronave.

Por lo tanto, la PCA propone gráficas de diseño resueltas para cada tipo de aeronave, como las que se presentan en las figs. 6.39 a 6.41, usualmente incluidas en el manual correspondiente, y que están basadas en el cálculo elástico de los esfuerzos a la tensión por flexión de las losas, para el caso de cargas aplicadas en su interior. Para la construucción de dichas gráficas se ha supuesto un módulo de elasticidad del concreto del orden de 280,0000 kg/cm² y una relación de Pöisson de 0.15.

La capacidad del concreto para resistir a la tensión por flexión, un cierto número de aplicaciones de determinada carga, está en función primordialmente de la relación que exista entre el esfuerzo inducido y su resistencia propiamente dicha.

La tabla 6.12, que se muestra en las siguiente hoja, indica el número de repeticiones admisibles, para varias relaciones entre los esfuerzos de trabajo y de ruptura del concreto, propuestos por la PCA.

Para aplicar el método de diseño de la PCA se puede utilizar una hoja de cálculo como la que se presenta en la tabla 6.13. En primera instancia es necesario estimar el número de repeticiones reales (RR), para cada tipo de aeronave que operará en el aeródromo, de acuerdo con el método indicado en el Inciso 6.5.2.

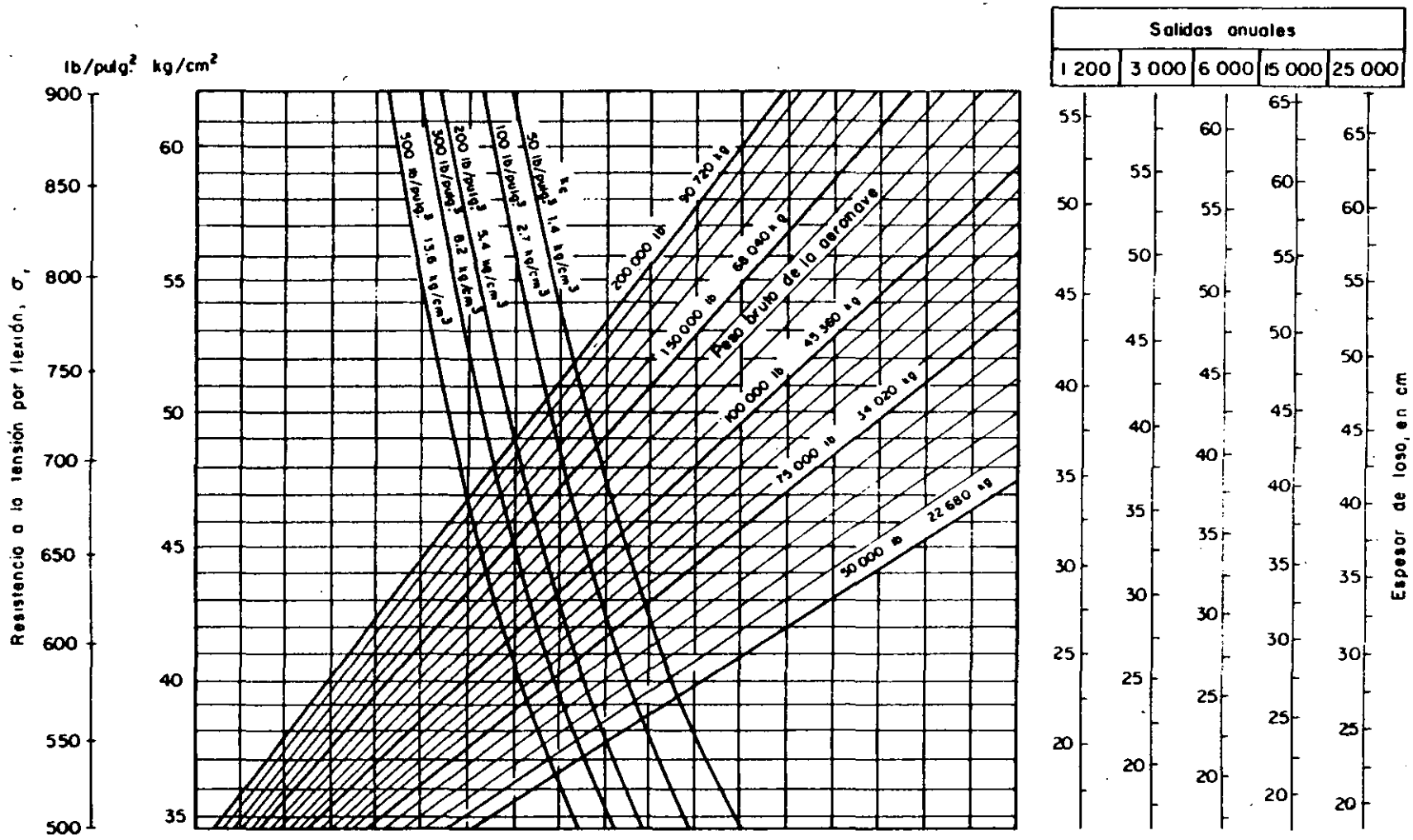


Fig. 6.34 Gráficas de diseño para pavimentos de concreto - Tren de ruedas gemelas

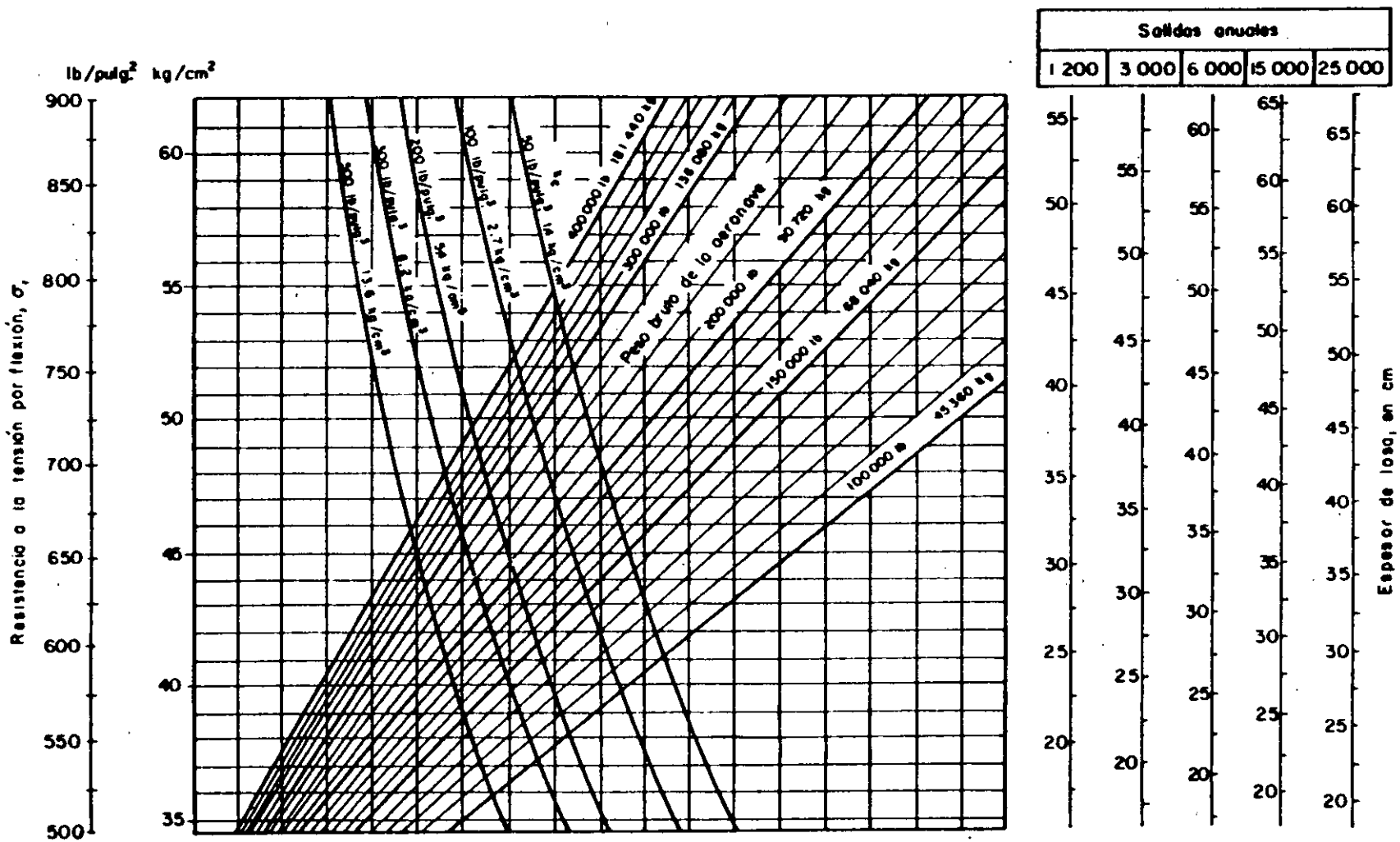


Fig. 6.35 Gráficas de diseño para pavimentos de concreto-Tren en bogie (tándem)

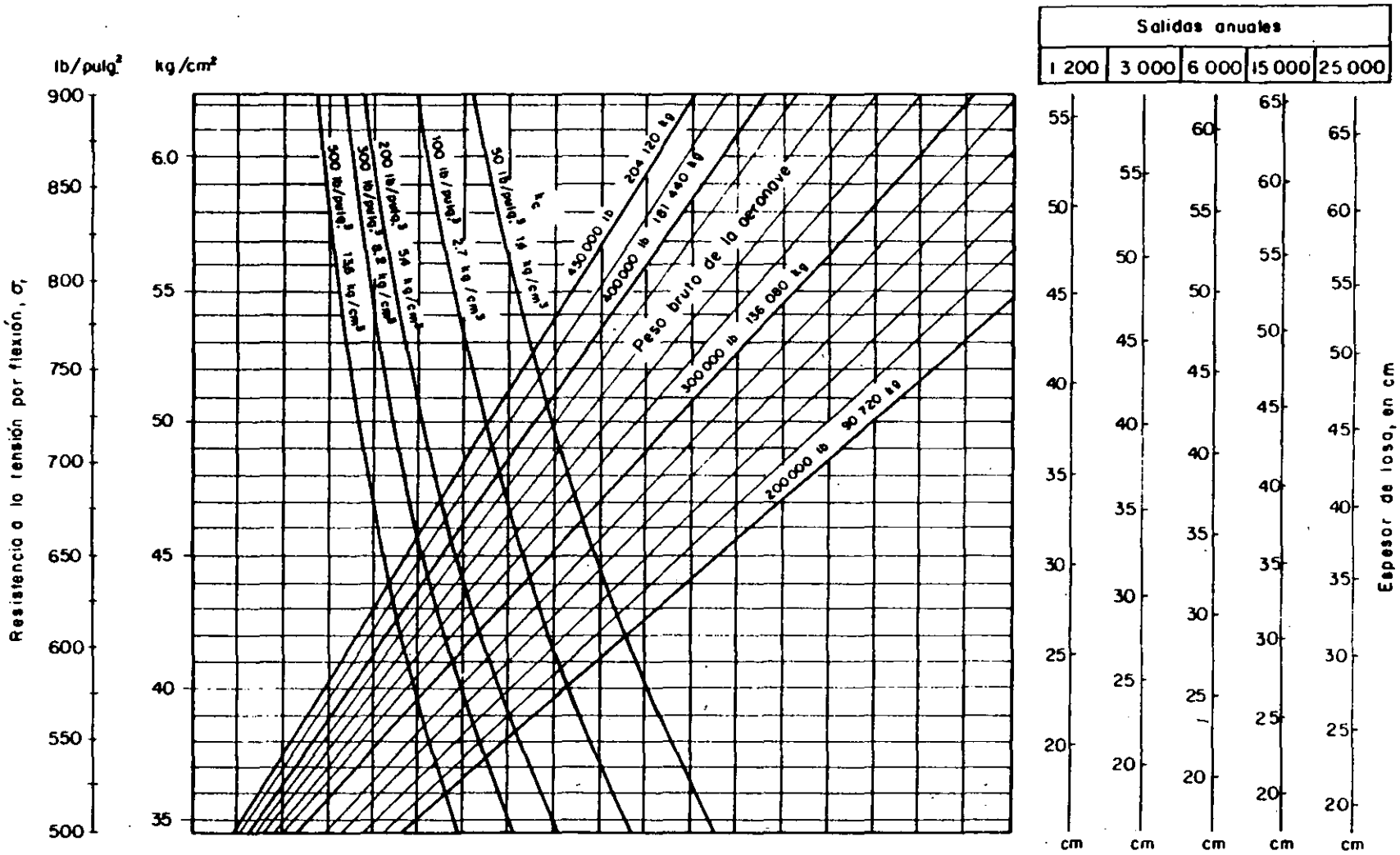


Fig. 6.36 Gráficas de diseño para pavimentos de concreto - Aeronaves tipo DC-10-10

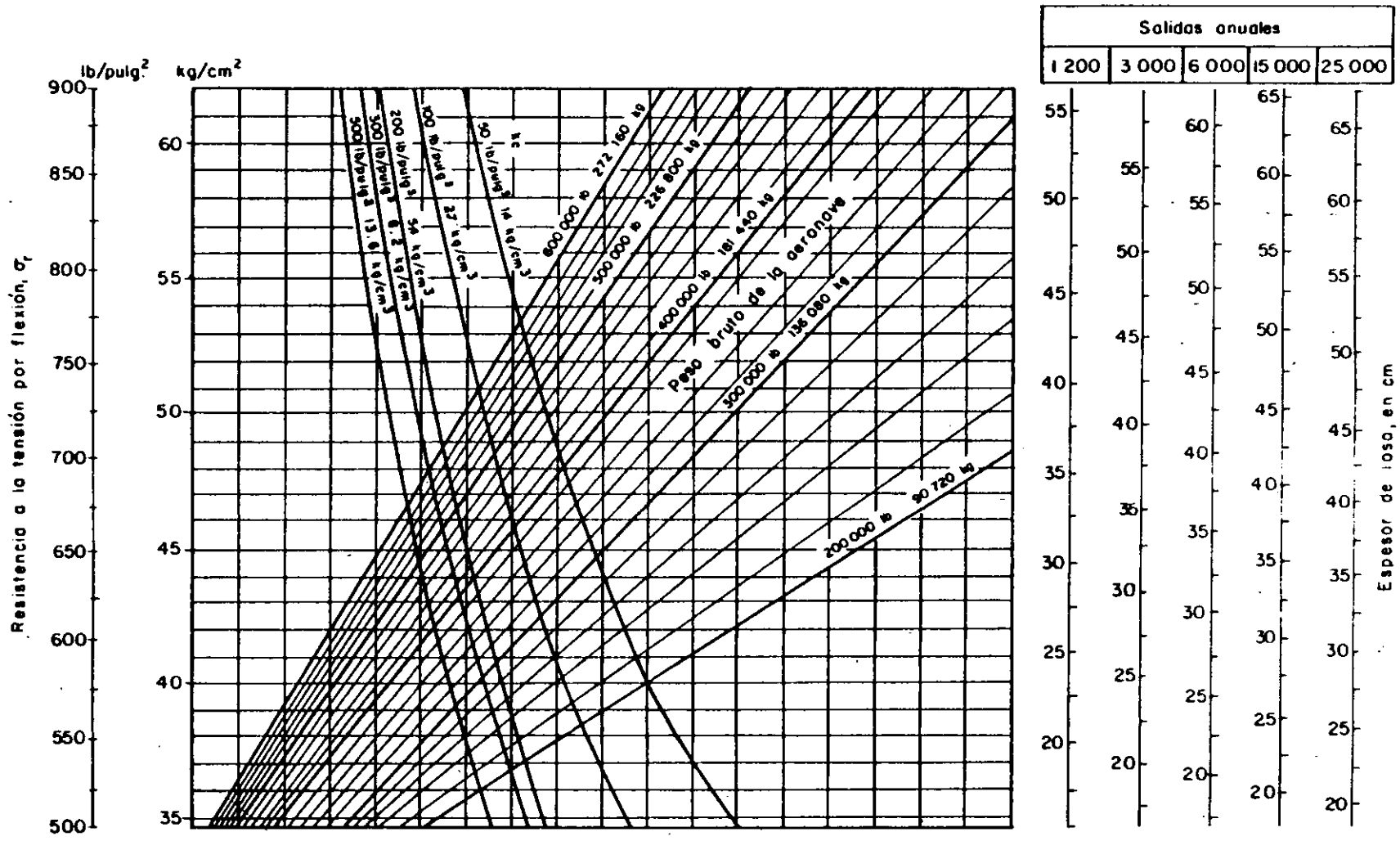


Fig. 6.37 Gráficas de diseño para pavimentos de concreto – DC 10-30, 30 CF, 40, 40CF

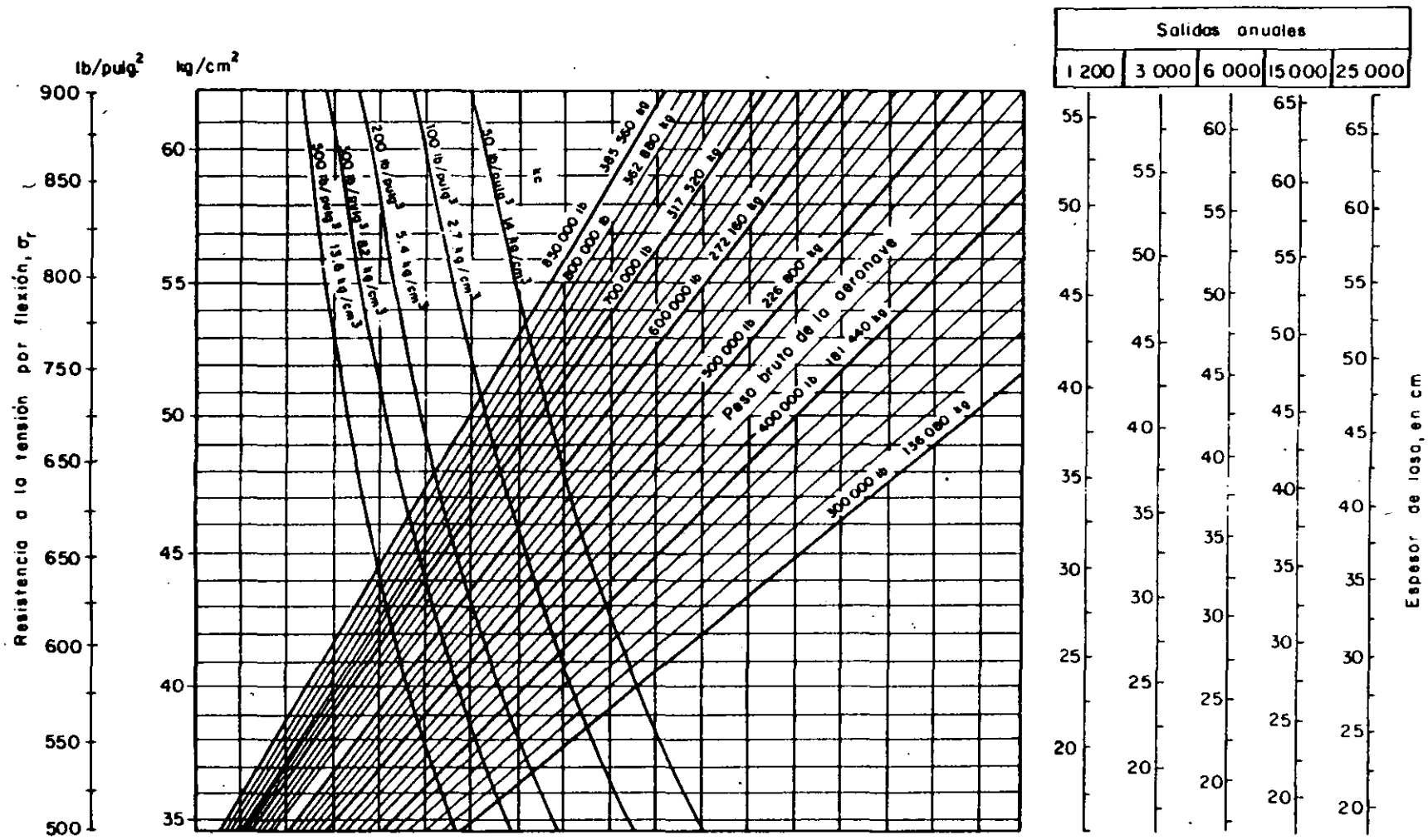


Fig. 6.38 Gráficas de diseño para pavimentos de concreto - B-747-100, SR, 200 B, C, F

Tabla 6.12 Repeticiones admisibles para diversas relaciones de esfuerzos ($\sigma t/\sigma r$), en pavimentos de concreto.

$\sigma t/\sigma r$	Repet. admis.	$\sigma t/\sigma r$	Repet. admis.
0.50	Ilimit.	0.68	3,500
0.51	400,000	0.69	2,500
0.52	300,000	0.70	2,000
0.53	240,000	0.71	1,500
0.54	180,000	0.72	1,100
0.55	130,000	0.73	850
0.56	100,000	0.74	650
0.57	75,000	0.75	490
0.58	57,000	0.76	360
0.59	42,000	0.77	270
0.60	32,000	0.78	210
0.61	24,000	0.79	160
0.62	18,000	0.80	120
0.63	14,000	0.81	90
0.64	11,000	0.82	70
0.65	8,000	0.83	50
0.66	6,000	0.84	40
0.67	4,500	0.85	30

A continuación, después de suponer un espesor tentativo de losa (d), se determina el esfuerzo de trabajo (σ_t), inducido por la carga por pierna de cada aeronave en particular, haciendo uso de los ábacos ya mencionados (figs. 6.39 a 6.41), de la manera siguiente:

Trazando una línea horizontal por el valor del espesor tentativo de losa (d), a partir de la escala vertical de la derecha, se intersecta la curva correspondiente al módulo de reacción vertical combinado (k_c) del sistema subrasante - sub-base. En seguida, y trazando otra línea vertical, se intersecta la gráfica perteneciente al peso por pierna de la aeronave en cuestión (W_p), punto por el cual se vuelve a trazar otra línea horizontal para determinar, en la escala vertical de la derecha, el esfuerzo a la tensión por flexi inducido (σ_t).

Dividiendo dicho esfuerzo entre la resistencia a la tensión por flexión del concreto (σ_r), definido conforme se indicó en el Inciso 6.9.1, y aplicando los valores señalados en la tabla 6.12, se determina el número de repeticiones admisibles (RA).

Las repeticiones reales (RR) de cada aeronave, expresada como porcentaje de las repeticiones admisibles (RA), es lo que se conoce como por ciento de fatiga usada (F). La suma de los porcentajes de fatiga (ΣF), debe ser igual o inferior al 100%, para asegurar que el pavimento no tendrá una falla por fatiga, pudiéndose admitir, un valor de 110%, como máximo.

6.9.4 Diseño de las juntas

Los pavimentos de concreto simple deben ser capaces de absdorber los movimientos producidos por los cambios de temperatura de las losas. Estos movimientos, debidos a las dilataciones y contracciones, producen agrietamientos que obligan a la construcción de juntas, con el objeto de controlarlos. Estas juntas, por otra parte, deben asegurar una adecuada transferencia de carga entre losa y losa y lograr un trabajo eficiente de conjunto.

La PCA ha experimentado varios tipos de juntas, de los cuales ha escogido los que ofrecen un comportamiento conveniente en la práctica usual, cuyas características geométricas se muestran en la fig. 6.42.

En seguida se describen los principales tipos de juntas, generalmente utilizadas.

a) Juntas longitudinales. Es juntas son paralelas a

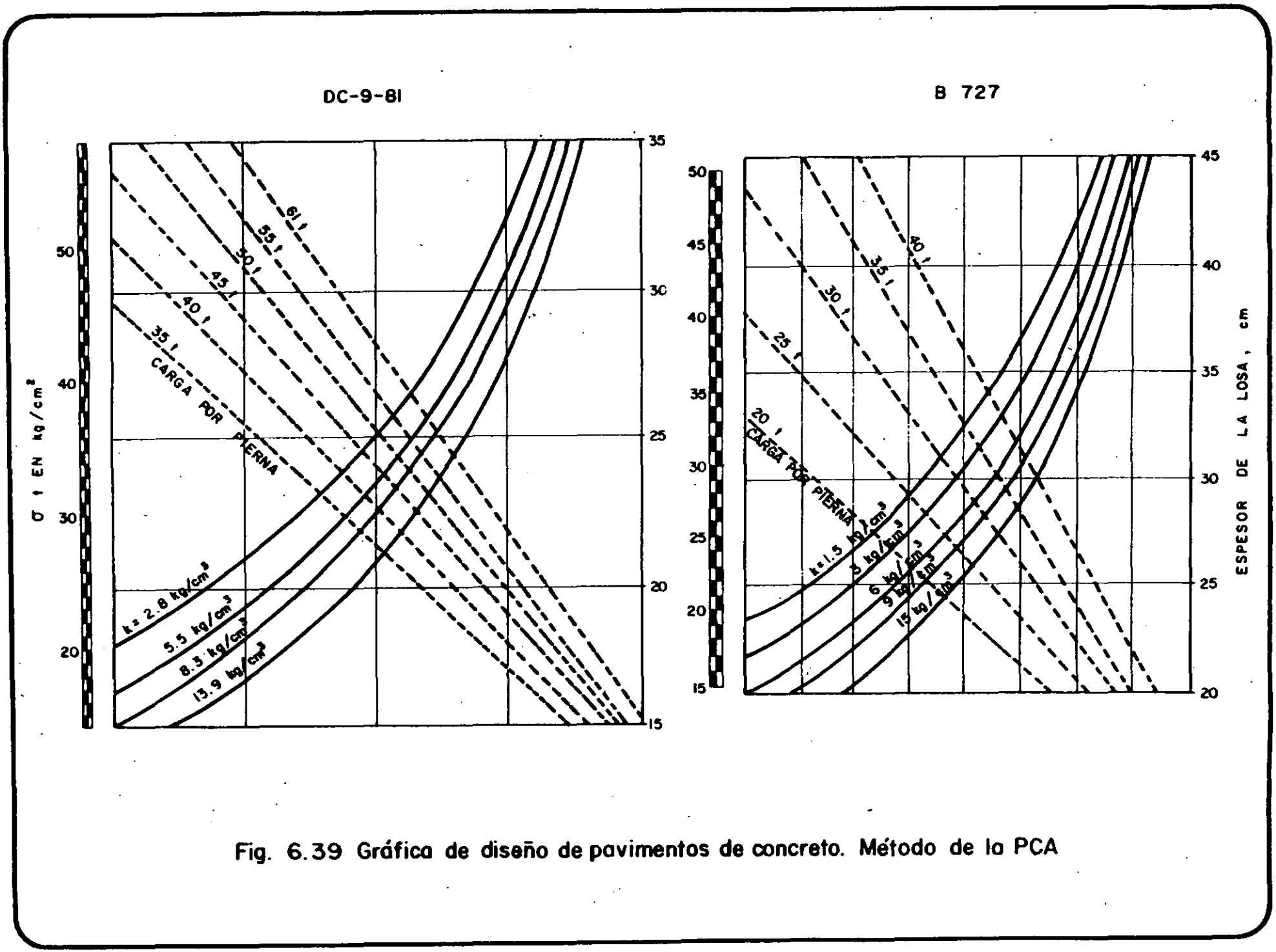


Fig. 6.39 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

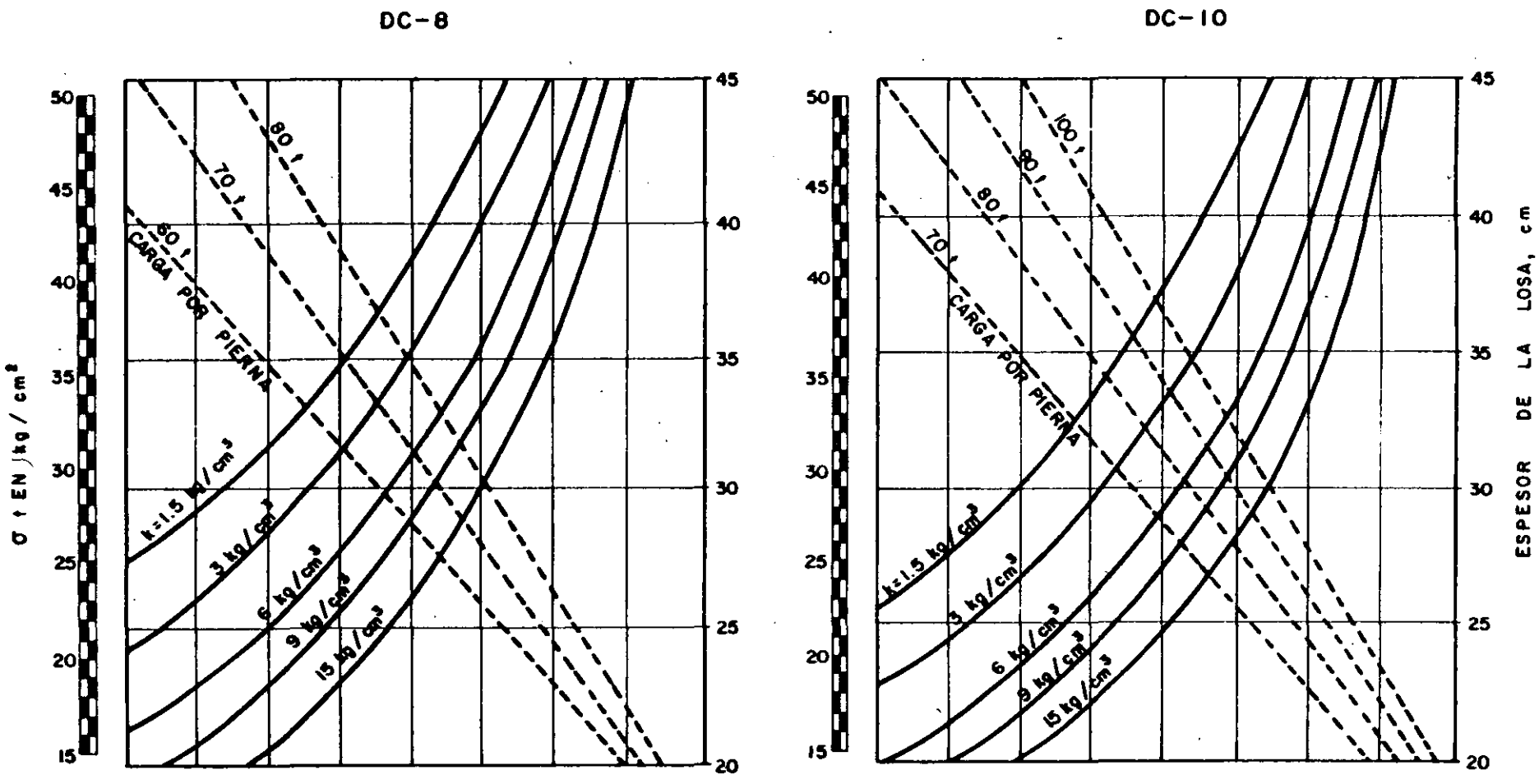


Fig. 6.40 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

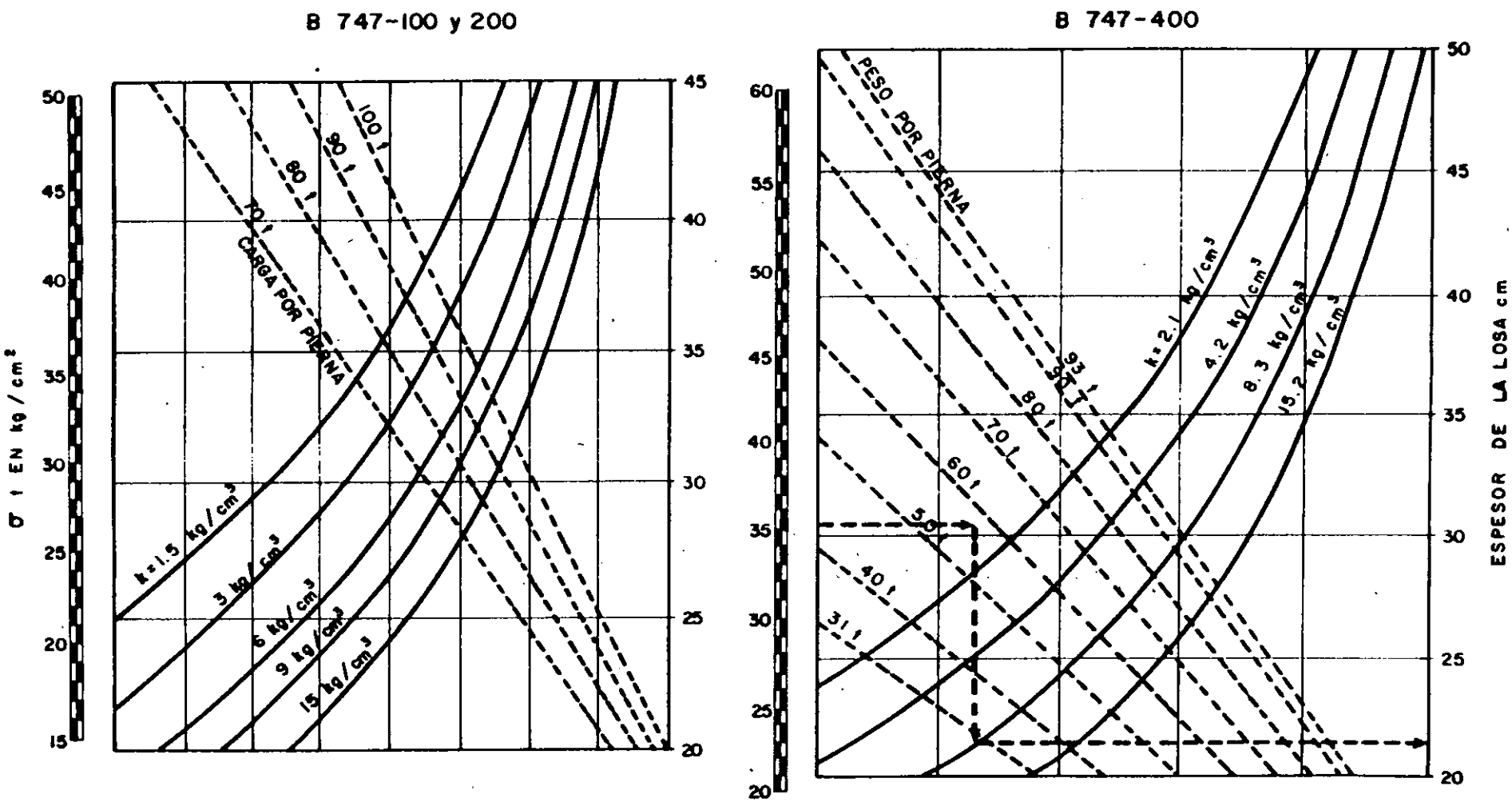


Fig. 6.41 Gráfica de diseño de pavimentos de concreto. Método de la PCA

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA AEROPUERTOS (PCA) **TABLA 6.13**

CONCRETO TIPO:

PROYECTO:
6-11-1990

DATOS:

CBR subrasante:		9	%		
Sub-base:	a) Tipo granular	BG		BG	
	b) Espesor	20	cm	8	pulg
Módulos de reacción:	a) En subrasante	5	kg/cm3	193	pci
	b) Combinado	7	kg/cm3	249	pci
Concreto:	a) $\sigma r'$ a 28 dias	45	kg/cm²	639	psi
	b) cv de calidad	12	%	12	%
	c) $\sigma r^{\wedge}$ de diseño	44	kg/cm²	619	psi
ESPESOR TENTATIVO:		36	cm	14	pulg

AERONAVE MODELO	TREN TIPO	PESOS (t) Wb BRUTO	Wp PIERNA	Wt TREN	TRANSITO INICIAL OAI	r,%	OPERACS TOTALES OPT	FRC TAXI WAY	REPETCS REALES RR	ESFUERZOS, kg/cm² σt (gráfica)	σt/σr Sr	REPETCS ADMISBLS RA	F, % DE FATIGA USADA
DC-3 o <	TYP-2	11.40	5.35	10.70	0	0		0.12		0.0			0%
DC-6A/B	TYP-4	48.50	21.35	42.70	0	0		0.40		0.0			0%
DC-9-21	TYP-4	45.80	21.60	43.20	0	0		0.40		0.0			0%
DC-9-41	TYP-4	52.20	24.33	48.66	630	10	36,083	0.41	14,794	17.5	0.40	s/limite	
DC-9-81	TYP-4	64.00	30.57	61.14	840	7	34,436	0.41	14,119	20.5	0.47	s/limite	
B-727-100	TYP-4	77.10	34.85	69.70	0	0		0.41		0.0			0%
B-727-200N	TYP-4	78.50	36.25	72.50	960	7	39,356	0.41	16,136	23.5	0.54	179,405	9%
B-727-200P	TYP-4	95.30	43.91	87.82	0	0		0.41		0.0			0%
B-757-200	TYP-8	109.30	49.52	99.04	0	0		0.83		0.0			0%
B-767-200	TYP-8	141.50	63.37	126.74	0	0		0.83		0.0			0%
B-707-320B	TYP-8	148.80	68.44	136.88	0	0		0.83		0.0			0%
DC-8-63	TYP-8	162.40	77.30	154.60	0	0		0.83		0.0			0%
CONCORDE	TYP-8	185.10	88.80	177.60	0	0		0.83		0.0			0%
DC-10-10	TYP-8	196.40	92.61	185.22	365	8	16,703	0.57	9,521	26.5	0.61	26,020	37%
DC-10-30	TYP-8	253.10	95.42	190.84	0	0		0.58		0.0			0%
B-747-100B	TYP-8	334.70	77.33	309.32	0	0		0.58		0.0			0%
B-747-200B	TYP-8	352.90	83.28	333.12	365	4	10,869	0.58	6,304	27.5	0.63	13,671	46%
B-747-400	TYP-8	395.90	92.75	371.00	0	0		0.58		0.0			0%
		SUMAS			3,160		137,447		60,874				91.70%

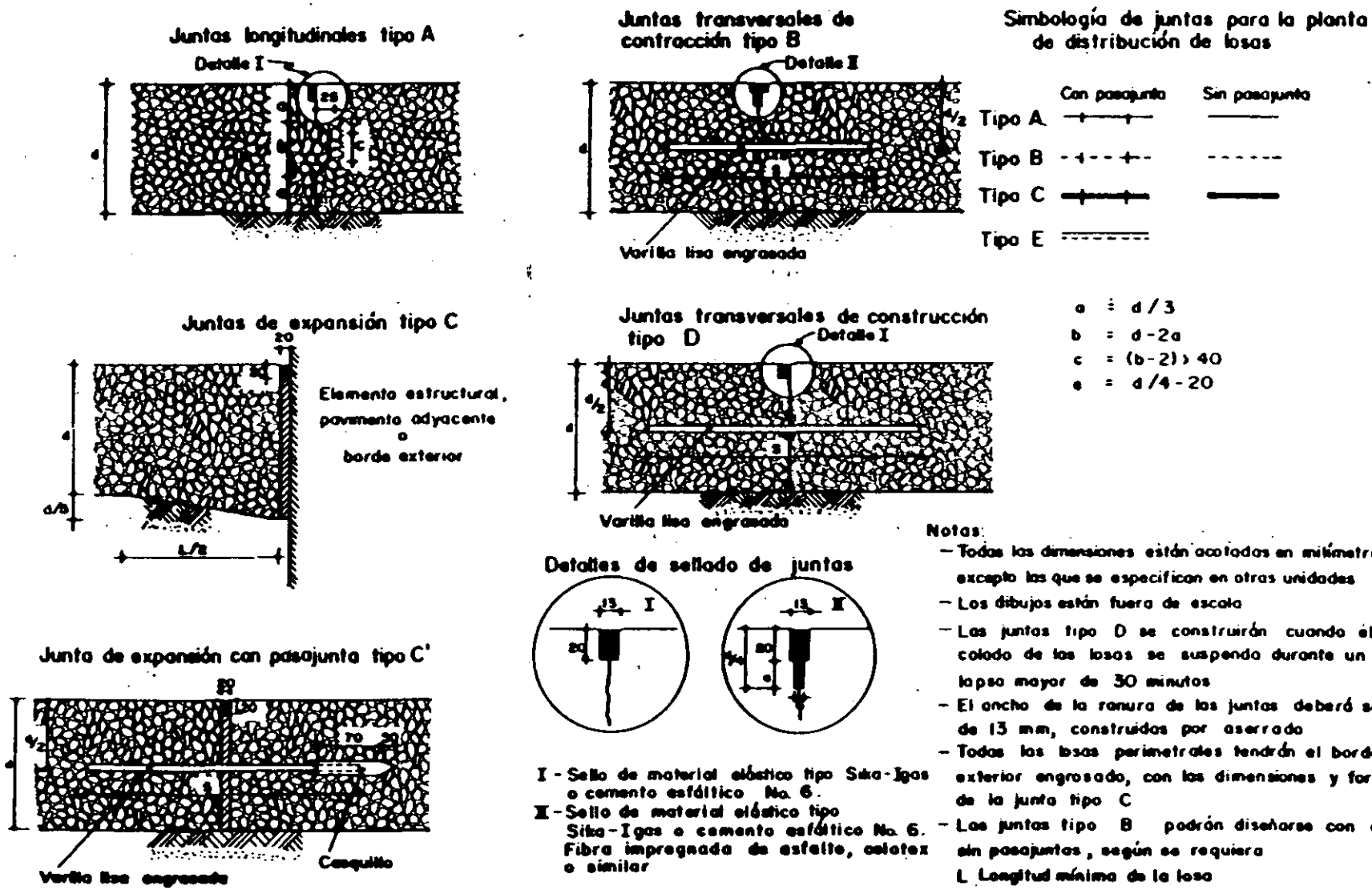


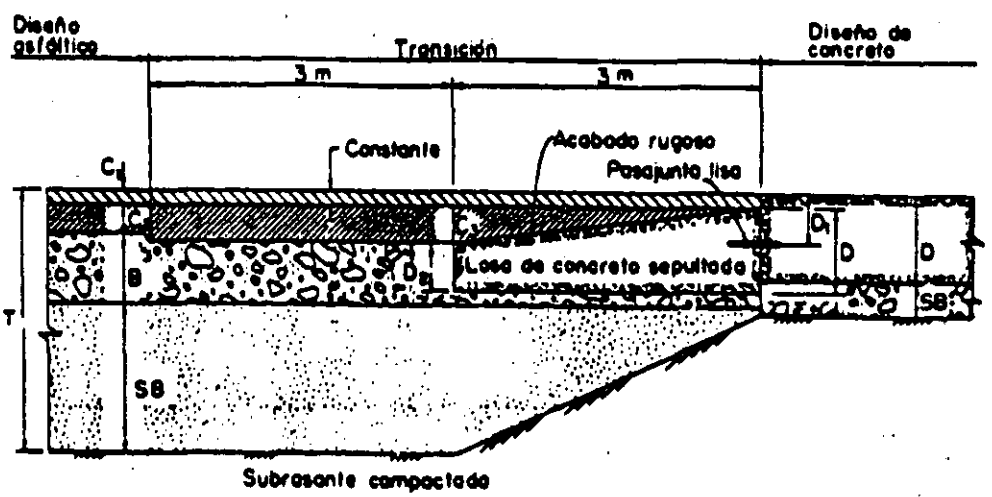
Fig. 6.42 Juntas tipo de pavimentos de concreto

dirección de colado del concreto, aprovechando la cimbra lateral empleada durante este proceso. Para permitir una eficiente transferencia de carga, a la cimbra se le proporciona una forma de machihembrado, para que quede configurada integralmente en el concreto.

b) Juntas de contracción. Son las que se colocan a intervalos regulares, en el sentido normal al eje de construcción, para permitir que el fenómeno de contracción y dilatación de las losas, se presente libremente. Su construcción consiste en prefijar al concreto, mediante una ranura o inserto, la posición en la que debe originarse la grieta, al producirse el precitado fenómeno.

En este tipo de juntas, mient exista un contacto íntimo en las superficies de agrietamiento de dos losas adyacentes, se puede garantizar una transferencia adecuada mediante el empleo de varillas lisas, de sección relativamente robusta, llamadas pasajuntas, y que preferentemente deben engrasarse en toda su longitud, para permitir libertad en los movimientos.

c) Juntas de expansión. Estas deben construirse en las intersecciones de pistas, calles de rodaje y plataformas o las zonas donde existen cambios bruscos en el alineamiento horizontal. Su objetivo es permitir que se generen, con toda libertad, las dilataciones en el sentido de la



Pavimento asfáltico		Pavimento de concreto	
T	Espesor de diseño	D	Espesor de diseño
C_1	Carpeta de textura media o cerrada	D_1	$\frac{D+C_1}{2}$
C_2	Carpeta de textura abierta	D_2	D − 10cm, pero no menor de 15 cm
C_3	$D-D_2$, pero no menor que C_2	SB	Sub-base
B	Base		
SB	Sub-base		

Fig. 6.43 Junta de transición entre pavimentos de tipo asfáltico y de concreto (ref 6.4)

mayor dimensión. Por tratarse de losas extremas, las cargas que aplicadas en éllas producen esfuerzos más críticos, que en el resto del pavimento, por lo que el espesor de las losas debe incrementarse un 20 por ciento como mínimo, respecto al espesor de diseño, o bien proporcionarles pasajuntas de transferencia, en forma análoga a la de las juntas de contracción

d) Juntas de construcción. Su empleo queda indicado cuando por alguna razón se suspende el colado de las losas y deberá funcionar como junta transversal de contracción, debiendo contar con la pasajunta de transferencia respectiva.

e) Juntas de tansición. En múltiples ocasiones, las secciones de pavimentos de concreto confluyen con secciones de pavimentos asfálticos, como es el caso de intersecciones de pistas y calles de rodaje. Para estos casos se hace necesario proveer a ambos pavimentos de una junta especial, como la mostrada en la fig. 6.43, mostrada en la hoja anterior, cuya finalidad es proporcionar una transición de rigideces entre ambos tipos de pavimentos. Esto se logra en aproximadamente 6 m, mediante una losa de sección decreciente, del lado del pavimento de concreto y con una sección asfáltica de espesor equivalente mayor que el diseñado, del lado del pavimento asfáltico.

La PCA (ref. 6.7) ha sistematizado el diseño de las pasajuntas, tanto para las juntas de contracción como para las de expansión, en función de las cargas aplicadas, cuya valuación indirecta es el espesor de diseño de las losas (d), así como en la de la deformabilidad del sistema multicapa de apoyo, determinada por el módulo de reacción combinado.

En la fig. 6.44 se incluyen los diagramas de diseño de pasajuntas, para varias alternativas de diámetro, longitud y espaciamiento de varillas y tubos, ambos de calidad estructural.

Estas gráficas se emplean partiendo, desde la escala vertical del lado izquierdo, con el dato del espesor de diseño de las losas, con una línea horizontal, para intersecar la recta correspondiente al módulo de reacción combinado (k_c) . A partir del punto hallado, se analizan las alternativas de diámetros y longitudes de varillas de alma llena o tubos de acero, que ofrecen los diagramas, determinadas con una línea vertical. Finalmente, la separación de cada alternativa queda definida por las respectivas horizontales trazadas a partir de sus intersecciones con la línea vertical mencionada.

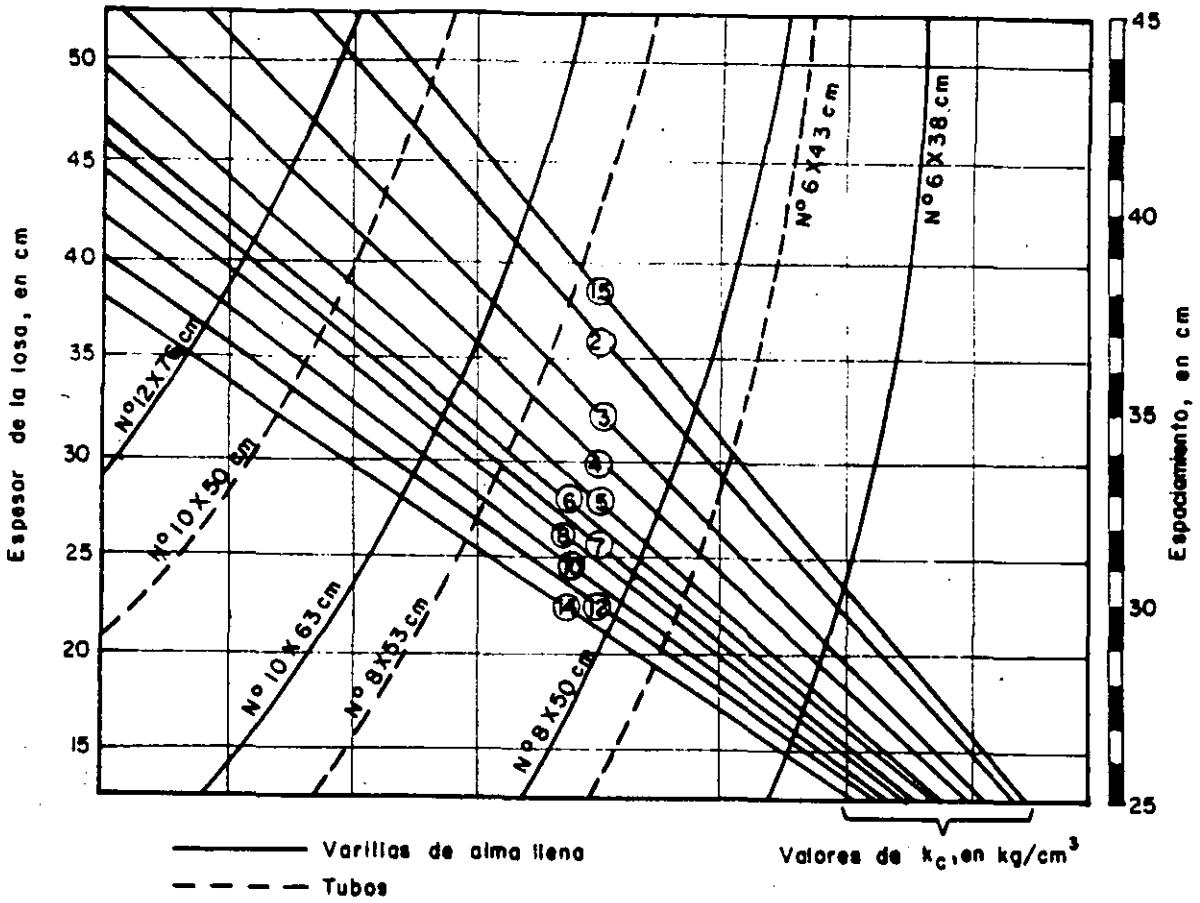
Para garantizar una adecuada transferencia de carga en las losas, se recomienda proveer de tales elementos a las losas extremas de pistas, calles de rodaje y plataformas, o en una distancia del orden de 30 m, respecto al borde externo de las áreas pavimentadas o de las juntas de expansión más cercanas.

6.9.5 Distribución de losas de concreto

El dimensionamiento apropiado de las losas también propicia un buen comportamiento del pavimento, en lo referente a sus movimientos por dilatación y contracción.

La FAA hace las recomendaciones indicadas en la tabla 6.14, sugiriendo que la relación entre el

a) Juntas de construcción y contracción



b) Juntas de expansión

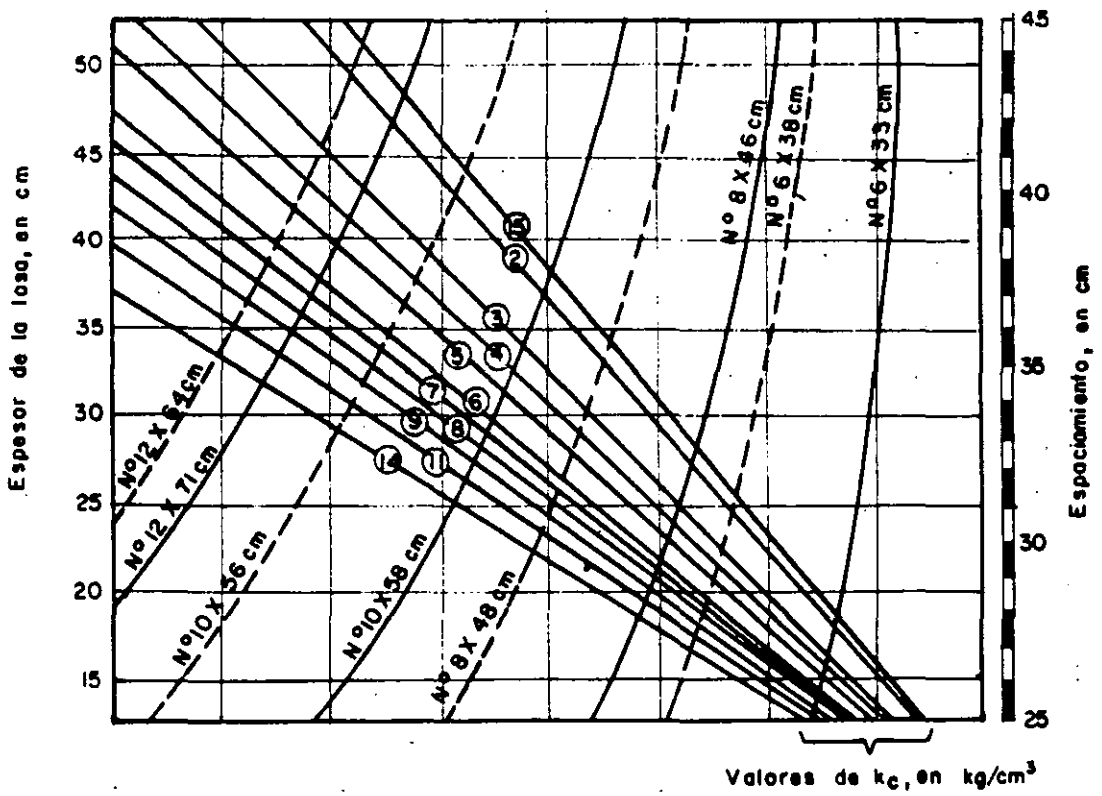


Fig. 6.44 Gráfica de diseño para pasajuntas de acero liso engrasado

largo y el ancho de las losas no exceda de 1.2 (ref. 6.3).

Tabla 6.14 Dimensiones máximas en losas de pavimentos de concreto, recomendadas por la FAA

Espesor de losa en cm	Dimensiones	
	Long en m	Transv en m
< 22	3.80	4.50
22 - 30	6.00	6.00
> 30	7.60	7.60

Un proyecto de pavimentos de concreto debe complementarse con la planta de las diversas áreas pavimentadas, en la que se muestre la distribución de las diversas juntas. Las figs. 6.45 y 6.46 ilustran esta parte del proyecto, en una intersección de una calle de rodaje con una pista, y en una cabecera.

La distribución de losas se sujeta a algunas reglas simples y lógicas, con el objeto de evitar agrietamientos indeseables o, por lo menos, minimizarlos. Por un lado, las losas deben tener, en lo posible, formas equidimensionales, con relaciones de largo a ancho no mayores de 1.25, en las losas de gran espesor (30 cm) o de 1.15 para losas de menor espesor. Por otro lado, deberá procurarse que todas las juntas rematen en ángulos rectos en las orillas de las áreas por pavimentar.

6.9.6 Acero de refuerzo por temperatura

En los casos en que se tengan losas de formas o dimensiones irregulares, o bien, cuando se requieran losas de longitud excesiva, se puede diseñar la cantidad de acero de refuerzo por temperatura, necesaria para mantener unidas a las grietas que se generen por contracción, de tal modo que se garantice la transferencia de carga por la intimidad de las superficies de la grieta. Por otro lado, también se asegura, por este medio, una tersura adecuada de la superficie de rodamiento.

El acero de refuerzo por temperatura debe estar alojado en el tercio superior de la sección y no deberá cruzar las juntas transversales, las cuales deberán contar con pasajuntas de acero liso engrasado, para permitir el movimiento individual de cada losa por contracción.

El nomograma de la fig. 6.47 permite diseñar la cantidad de acero por temperatura, proporcionando, además, varias alternativas de diámetros y separaciones de varillas. La separación calculada se refiere a ambos sentidos, diseñándose en esta forma emparrillados. Del nomograma, también se desprende la reducción de espesor (d_r) que puede tolerarse, gracias al refuerzo provisto, así como el espaciamiento máximo permisible entre juntas (L).

El empleo de este nomograma se hace a partir del espesor de diseño de concreto simple (d_s), conjugándolo con la logitud deseable de losas (L); la intersección de la línea que une los puntos anteriormente descritos con la escala C (A_s), define la cuantía de acero de refuerzo y las alternativas de diseño de diámetros de varillas y las separaciones convenientes. La extensión de la línea d_s-L, hacia la escala (d_r), determinará el espesor de la losa reforzada.

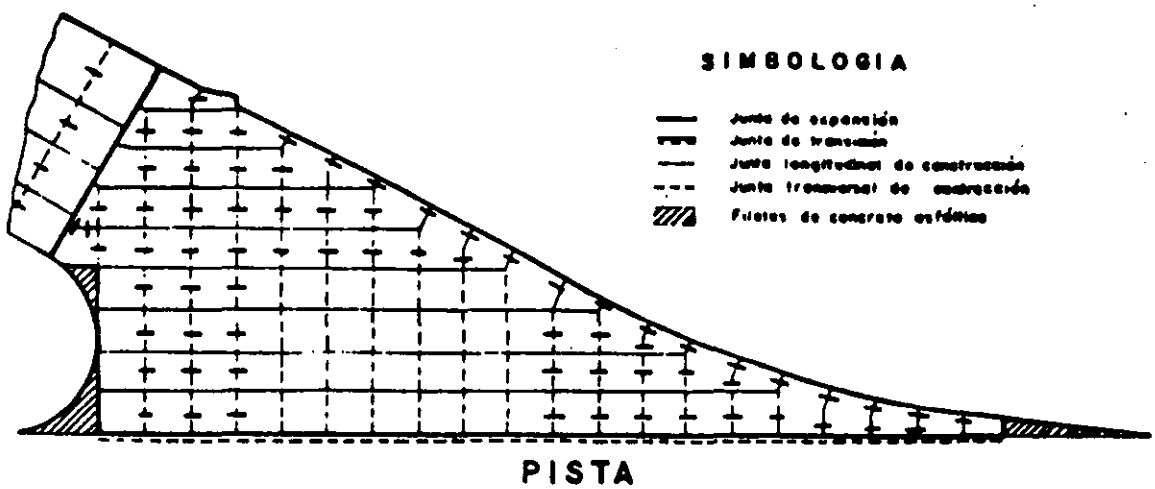


Fig. 6.45 Distribución típica de losas de concreto en entronques entre calles de rodaje de alta velocidad y pistas asfálticas

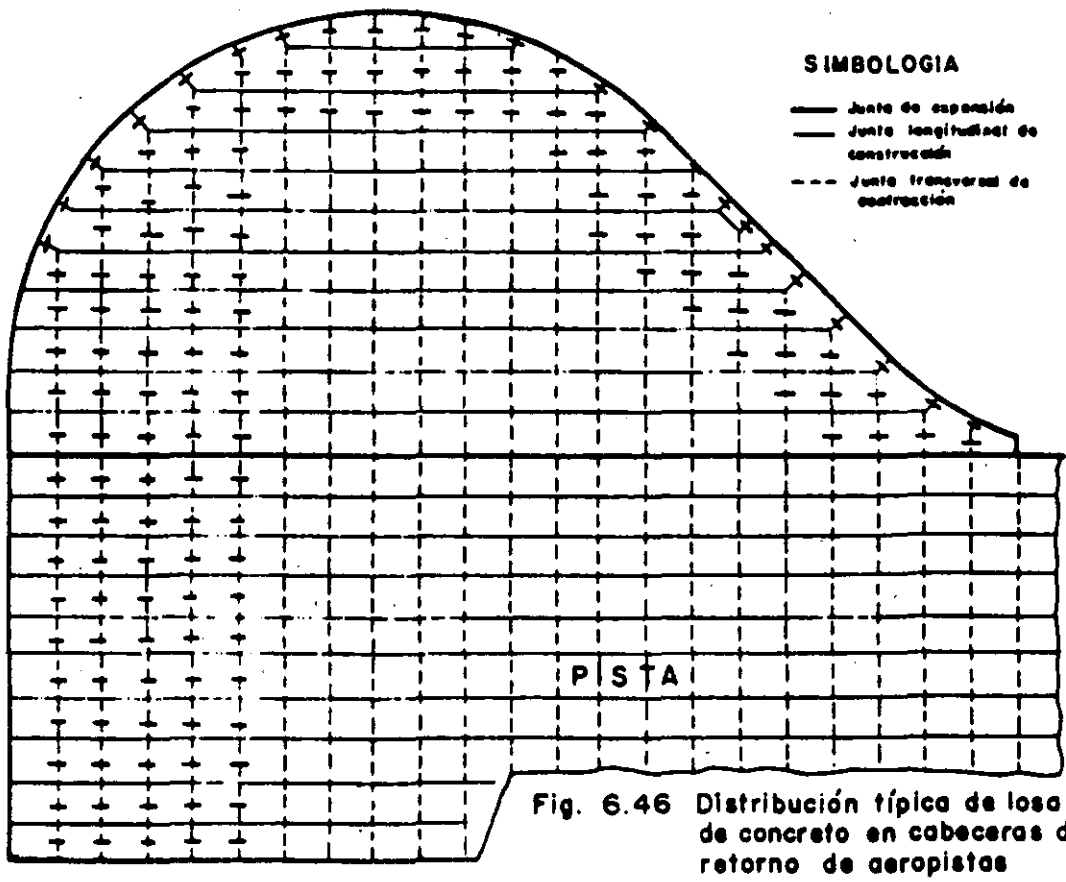


Fig. 6.46 Distribución típica de losas de concreto en cabeceras de retorno de aeropistas

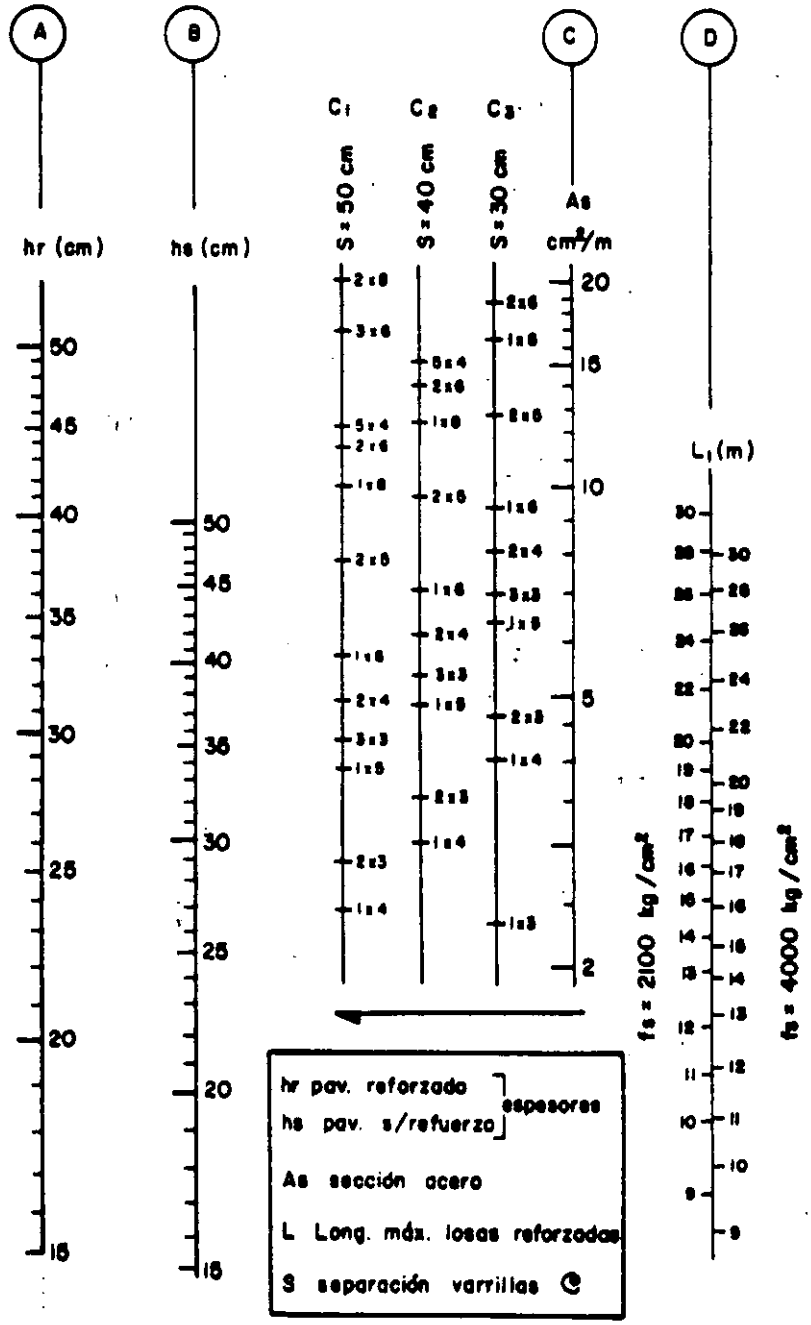


Fig. 6.47 Nomograma para el diseño de pavimentos de concreto reforzado por temperatura (C.E.)

6.10 CRITERIOS DE SELECCION DEL TIPO DE PAVIMENTOS

Una de las partes más delicadas en el proyecto para aeródromos consiste en el análisis de la selección del tipo de pavimentos a utilizar en las áreas de rodamiento de las aeronaves. La decisión que se desprenda de la aplicación de los criterios de selección que se mencionan adelante, incidirán directamente en la economía de la obra.

En seguida se enumeran los factores que deberán tomarse en consideración para tal selección, agrupados en criterios de índole estructural y de índole económica.

a) Criterios de índole estructural

- Capacidad estructural
- Vida útil del aeródromo
- Requerimientos de conservación
- Características mecánicas del sub-suelo
- Probaibilidad de derrame de combustibles
- Características mecánicas de las terracerías
- Factores ambientales
- Tránsito aéreo previsto
- Materiales disponibles

b) Criterios económicos

- Disponibilidad de fondos
- Inversión inicial
- Análisis de construcción por etapas
- Costos de conservación vs. costos de reconstrucción
- Condiciones de operación en el aeródromo
- Interferencias con el tránsito aéreo
- Disponibilidad de materiales
- Niveles de seguridad de la superficie de rodamiento
- Niveles de comodidad de la superficie de rodamiento
- Planes de expansión

Del análisis de los factores anteriores parece desprenderse la conveniencia de utilizar pavimentos asfálticos en las superficies de rodamiento de alta velocidad y acotamientos y, de concreto, en las áreas críticas correspondientes a las plataformas y calles de rodaje.

6.11 INTEGRACION DE LOS PROYECTOS DE PAVIMENTACION

Los proyectos de pavimentación, para fines de construcción, deberán contener planos y documentos en los que se incluya, como mínimo, la siguiente información:

a) Secciones estructurales de los pavimentos, correspondientes a cada elemento geométrico del aeródromo, referidas a una planta del proyecto geométrico

b) Localización y características de los bancos de materiales

c) Planta general de los elementos que se pavimentarán con concreto de cemento Portland, incluyendo los detalles de los tipos juntas de construcción

d) Documentos para la licitación del proyecto, conteniendo las normas complementarias, relativas a los procedimientos de ejecución y los niveles de calidad de los materiales por emplear en los pavimentos, especificmente para terracerías, capa subrasante, capas de sub-base y bases, riegos asfálticos de impregnación y de liga, carpetas asfálticas y losas de concreto.

e) Así mismo, se deberá incluir la descripción de los procedimientos constructivos tales como los tratamientos a los que deberán sujetarse las terracerías y el terreno de cimentación, taludes estables de cortes y terraplenes, grados de compactación o de acomodo, previsiones contra la erosión y recomendaciones geotécnicas para obras menores y complementarias de drenaje y subdrenaje.

f) La información de los bancos de materiales, vertida en un plano, consignando sus caracteristicas de ubicación, materiales, empleo, volumen disponible, tratamientos requeridos, régimen de propiedad y distancias medias de acarreo.

6.12 REFERENCIAS

6.1 Hveem. Francis N., "California Method for the Structural Design of Flexible Pavements", State of California, Department of Public Works, Division of Highways, Sacramento, Calif., U.S.A., agosto, 1962, p. 6

6.2 American Association of State Highway and Transportation Officials "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures"; Washington, D.C.; U.S.A., 1986.

6.3 Organización de Aviación Civil Internacional, "Manual de Proyecto de Aeródromos", Parte 3: Pavimentos, Segunda Edición, Montreal, Quebec, Canadá, 1983

6.4 Yoder, Eldon J. y Witczak, Matthew W., "Principles of Pavement Design", 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A., 1975

6.5 American Society for Testing and Materials, Volume 04.03: "Road and Paving Materials; Traveled Surface Characteristics, Annual Book of ASTM Standards, Section 4: Construction, Philadelphia, Penn., U.S.A., abril 1990

6.6 American Society for Testing and Materials, Volume 04.08: "Soil and Rock; Building Stones"; Anual Book of ASTM Standards, Section 4: Construction, Philadelphia, Penn., U.S.A., marzo, 1991

6.7 Packard, Robert G., "Design of Concrete Airport Pavement, Portland Cement Association, Chicago, Illinois, U.S.A., 1973

6.8 State of California, Department of Public Works, Division of Highways.Materials and Research Department. "Test Method Nº Calif. 526-C. Evaluation of Profiles", Sacramento, Calif. U.S.A., 1963.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

ASA - OACI - UNAM

Del 29 de Agosto al 28 de Octubre de 1994

PLANEACION AEROPORTUARIA

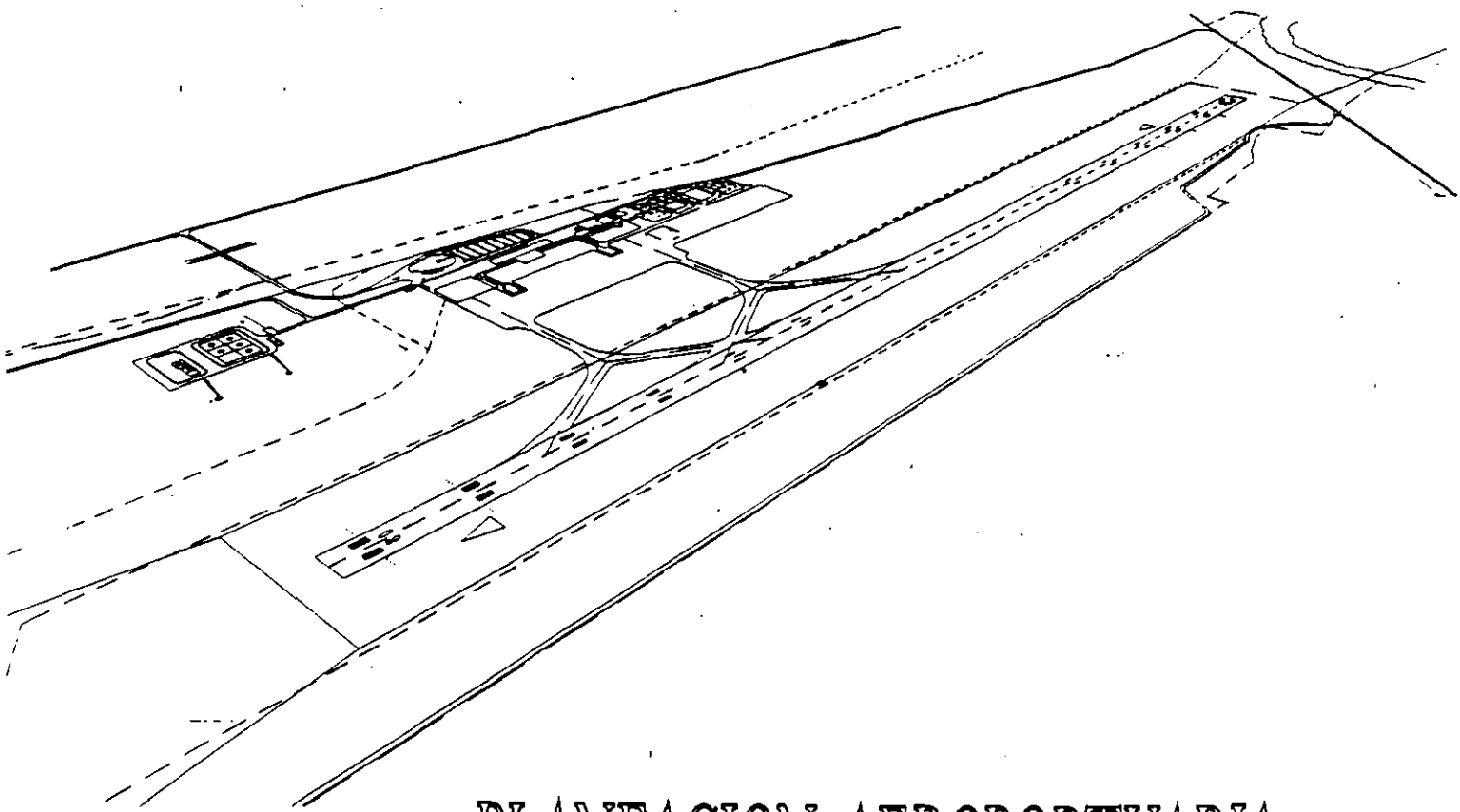
M. en Arq. Roberto Ortíz G.
Ing. Fco. Raúl Ortíz González

Palacio de Minería

1994

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

INGENIERIA DE AEROPUERTOS



PLANEACION AEROPORTUARIA

M. en Arq. Roberto Ortíz González
Ing. Fco. Raúl Ortíz González

1992.

CONTENIDO

INTRODUCCION

El presente trabajo surge de la idea de crear un documento destinado principalmente a la "PLANEACION AEROPORTUARIA".

El enfoque que se utiliza en este trabajo está basado principalmente en el establecimiento y desarrollo de conceptos por los cuales debe de ser sometido cualquier proyecto de infraestructura aeroportuaria, ya sea para construir un nuevo aeropuerto, o ampliar y remodelar uno ya existente.

Los temas que se tratan en este documento están fundamentados en recomendaciones y criterios que pueden ser utilizados para cualquier emplazamiento aeroportuario.

La metodológia que se emplea está basada en una planeación estructurada y organizada, que preve y racionaliza las necesidades de la infraestructura de un emplazamiento, nuevo o actual, con la finalidad de asegurar sus operaciones satisfactoriamente tanto para el usuario, como para su aviación, establecido por un horizonte de planeación al corto, mediano y largo plazo, todo esto cimentado en la demanda y estudios de factibilidad, a través de análisis técnico-económicos.

M. en Arq. Roberto Ortíz González

CAPITULO 1

ESTRUCTURA Y ORGANIZACION DE LOS AEROPUERTOS

Con el desarrollo moderno la planificación aeroportuaria es cada día más indispensable y necesaria para racionalizar y prever las necesidades de infraestructura de cualquier aeropuerto (nuevo o actual) al corto, mediano y largo plazo. Desde el nacimiento de la aviación por los hermanos Wright (1903), hasta comienzos de la Segunda Guerrra Mundial (1939), la aviación civil no tuvo desarrollo significativo. Al finalizar la Primera Guerra Mundial, en la conferencia de paz de Versalles se estableció la "Conferencia Internacional de Navegación Aérea", donde se internacionalizaron las normas de aviación civil; anteriormente en el año 1910 se intentó efectuar

un concenso internacional el cual no tuvo éxito. Las normas de aviación civil de esta conferencia permanecieron desde el año de 1910 hasta el año de 1939.

Durante el período de 1939 a 1945 quedaron congeladas las normas, a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial la aviación civil dió un enorme avance, en lo referente a los nuevos tipos de aviones monoplanos rápidos; se desarrollaron ayudas a la navegación con fines bélicos, adaptándose posteriormente sin ningún problema a la aviación civil. Ocasionando que los países que construyeron aeródromos para uso militar por la guerra, los transformaran en aeropuertos civiles posteriormente.

En Noviembre de 1944 en Chicago, Illynois, E. U. A., se establece el "Convenio de Chicago sobre Aviación Civil" para la postguerra, donde se indicó, qué:

El desarrollo futuro de la aviación civil internacional pudiese contribuir poderosamente a crear y preservar la amistad y el entendimiento entre las naciones y los pueblos del mundo, mientras que el abuso de la misma pudiera llegar a significar una amenaza a la seguridad en general.

Con el deseo de evitar discusiones entre las naciones y los pueblos, se promovió entre ellos la cooperación, de lo cual dependía la paz del mundo. Los gobiernos que suscribían, habiendo convenido en ciertos principios y arreglos, á fin de que la aviación civil internacional pudiese llegar a desarrollarse de manera segura y ordenada, y de que los servicios internacionales del transporte aéreo se establecieran sobre una base de igualdad de oportunidades, realizándose en modo sano y económico.

Este convenio fijó 96 artículos, definiendose los derechos de los estados contratantes, la disposición del establecimiento de prácticas internacionales recomendables y el aconsejamiento de la agilización del transporte aéreo reduciendo las formalidades aduanales y de inmigración. El 4 de Abril de 1947 quedó constituída la "Organización Internacional de Aviación Civil" (OACI), donde una de las principales funciones y cometidos del consejo fué la adopción de normas internacionales y la recomendación de procedimientos. Una vez adoptadas las normas y procedimientos se incorporarón como anexos al Convenio de Aviación Civil Internacional. Con el fin de que el transporte aéreo fuese incrementando su demanda en gran proporción, fabricándose aeronaves de mayor capacidad, para que los usuarios empezaran a ver el servicio del transporte aéreo como un importante avance en el transporte.

El gran desarrollo que ha tenido la actividad aeroportuaria a partir de los años 60 -reflejo de la explosión demográfica y el desarrollo económico- trajo como consecuencia una mayor com-

plejidad en la planificación, construcción y operación de los aeropuertos. Lo que obligó a la realización e implementación de metodologías que ayudasen a prever las necesidades con cierto grado de factibilidad, racionalizando el gasto, de tal manera que las inversiones estuviesen encaminadas a proyectos justificados y necesarios, manteniendo el principio de proporcionar un beneficio social y desde el punto financiero fuesen atractivos. Razón por la cual se realizan estudios de factibilidad para ampliar o remodelar aeropuertos en operación, o en el caso más crítico construir nuevos aeropuertos en cuidades que por sus características y necesidades lo ameritan. Considerando las normas internacionales y nacionales para un buen desarrollo aeroportuario, estableciendo recomendaciones a corto plazo con fronteras determinadas (1 a 5 años), y teniendo una amplia visión de conjunto, fijando un horizonte de planeación a mediano y largo plazo.

ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

Para la planificación de un aeropuerto es necesario considerar dos factores importantes y estrechamente unidos entre si: Por una parte el aeropuerto debe contar con instalaciones que atiendan en forma segura y eficiente la demanda del tráfico aéreo, buenas comunicaciones por tierra, contar con un sistema interno para la atención de los pasajeros, equipajes y transportes, disponer de zonas de mantenimiento, control de tráfico aéreo y protección contra incendios, así como su propia administración y la de las líneas aéreas y concesionarios.

Por otra parte, el servicio aéreo tiene repercusiones directas en los alrededores del aeropuerto, siendo de gran importancia el efecto en la población a través del medio ecológico y la modificación del entorno en el uso del suelo al ubicarse industrias y apoyos externos como consecuencia del impacto económico en la región.

Existen una serie de organizaciones a nivel nacional e internacional relacionadas con el transporte aéreo, con actividades enfocadas a fomentar el interés de la aviación civil, efectuando reuniones para tratar puntos de la industria aeronáutica, estableciendo métodos aeronáuticos, facilitando el cambio de opiniones y puntos de vista de quienes explotan, administran o dirigen aeropuertos.

La estructura administrativa de un aeropuerto está reglamentada en función de normas y procedimientos nacionales e internacionales, con el fin de impulsar la seguridad aérea, promover la aviación civil y el sistema de aeropuertos, lograr el uso eficaz del espacio aéreo

navegable, desarrollar y operar un sistema común para el control del tráfico y de la navegación aérea, para aeronaves civiles y militares. Estos elementos de la administración aeroportuaria comprenden los siguientes aspectos:

REGLAMENTO DE SEGURIDAD.- Publicación y observancia de las reglamentaciones referentes a la fabricación, operación y mantenimiento de aeronaves; clasificación y certificación del pe-rsonal de vuelo, certificación de los aeropuertos abiertos al transporte aéreo, inspección en vuelo de las instalaciones de navegación aérea en el país y fuera de él, en caso de ser necesario.

INVESTIGACION Y DESARROLLO.- Actividades encaminadas a lograr sistemas de navegación aérea y de control de tráfico aéreo seguro y eficiente tanto a la aviación civil como para el sistema de defensa aérea; desarrollo y ensayo de aeronaves perfeccionadas, motores y otras tecnologías aeronáuticas.

INVESTIGACIONES DE NAVEGACION AEREA.- Emplazamiento, construcción, mantenimiento y operación de las ayudas a la navegación visuales o electrónicas, de propiedad federal.

DIRECCION DEL ESPACIO Y TRAFICO AEREO.- Funcionamiento de la red de torres de control de tráfico aéreo, centros de control de tráfico de aerovías, reglamentos del tráfico aéreo y distribución del espacio aéreo.

PLANIFICACION DE AEROPUERTOS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO.- Determinación del tipo y costo de desarrollo de los aeropuertos de uso público necesarios para el plan nacional de aeropuertos; previsión y administración de los fondos concedidos a las organizaciones en la planificación de la red de aeropuertos, planes directores de aeropuertos y desarrollo de aeropuertos públicos.

INSCRIPCION Y REGISTRO.- Establecimiento del sistema de inscripción de nacionalidad de aeronaves, motores, hélices y accesorios, así como del sistema de registro de propiedad de aeronaves.

AVIACION CIVIL EN EL EXTRANJERO.- Promoción en otros países por medio de asistencia técnica, intercambio de información y entrenamiento de personal extranjero.

OTROS PROGRAMAS.- Diversos programas entre los que se incluyen la publicación de información sobre aerovías, servicios de los aeropuertos u otro material técnico, así como la adminstración de los planes de garantía de prestamo de aeronaves.

CONDICIONAL

La estructura administrativa condicional para un aeropuerto está constituída por un organismo independiente para la promoción y reglamentación de la industria del transporte aéreo interestatal de un país, y entre un país y el resto de las naciones. Un consejo que concede las licencias para el ejercicio de los servicios de transporte y aprueba o desaprueba las proposiciones de precios, tarifas, acuerdos y relaciones coorporativas entre transportistas aéreos, mediante la promulgación de normas generales o considerando los casos particulares.

Las funciones primordiales de esta estructura comprenden lo siguiente:

Autorizar a los transportistas aéreos del país a invertir en el transporte aéreo entre estados y en el transporte exterior; y a los transportistas extranjeros a operar entre el país y otros países.

Establecer y ajustar los niveles de tarifas extranjeras y la suspención de tarifas y precios si se consideran ilegales.

Las operaciones de subvención y servicio a las pequeñas comunidades, las cuales seleccionan y si es necesario, subvencionan el nivel esencial de servicio a cuando menos 500 pequeñas comunidades.

Aprobar o negociar los diferentes compromisos o acuerdos entre transportistas aéreos, exclusivamente, u otros, para garantizar que no tienen lugar prácticas competitivas desleales.

Negociar y mejorar los acuerdos bilaterales para el transporte aéreo internacional.

Efectuar la administración de una contabilidad uniforme de los transportistas aéreos y del sistema de información.

Publicar y analizar las estadísticas.

GENERALIZADA

La planificación y financiamiento de los aeropuertos varía de un país a otro y los métodos de cada nación en particular dependen fundamentalmente de la estructura de la organización de la administración general de los transportes dentro del país..Al inicio de la aviación civil el establecimiento de aeropuertos era de incumbencia local y estaban financiados principalmente por la municipalidad o por capital privado. A consecuencia de esto el gobierno municipalizó los

aeropuertos, administrándolos a través de un organismo competente a nivel nacional o regional (organizaciones paraestatales). Este organismo lo constituyen departamentos y oficinas de aviación, y en algunos casos comisiones aeronáuticas estatales, cuyo objetivo es ostentar la propiedad y explotar los aeropuertos.

CENTRALIZADA

El incremento masivo del volumen de usuarios requiere la ampliación de los edificios en el área terminal de pasajeros; al mismo tiempo, el aumento de peso y los avances tecnológicos de las aeronaves exigen mayores inversiones para la ampliación de las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento, paralelamente a las ayudas visuales a la navegación y sistemas de aterrizaje. Estas exigencias están en ocasiones fuera de la capacidad de financiamiento privado, por lo que la propiedad privada de los aeropuertos tiende a desaparecer, creando la estructura administrativa centralizada, cuyo propietario es un organismo o departamento gubernamental el cual es regido por un ministro de aviación civil o es una sección del ministerio del transporte.

ORGANIZACION DE LA RED AEROPORTUARIA

Los aeropuertos de transporte de cualquier país en la actualidad dentro de su organización de la red aeroportuaria, deben de cubrir practicamente las necesidades básicas, con la finalidad de satisfacer la demanda actual y futura, tomando en cuenta su capacidad. En la FIGURA 1.1 se muestra la clasificación funcional de los aeropuertos a efecto de su administración, con su descripción correspondiente.

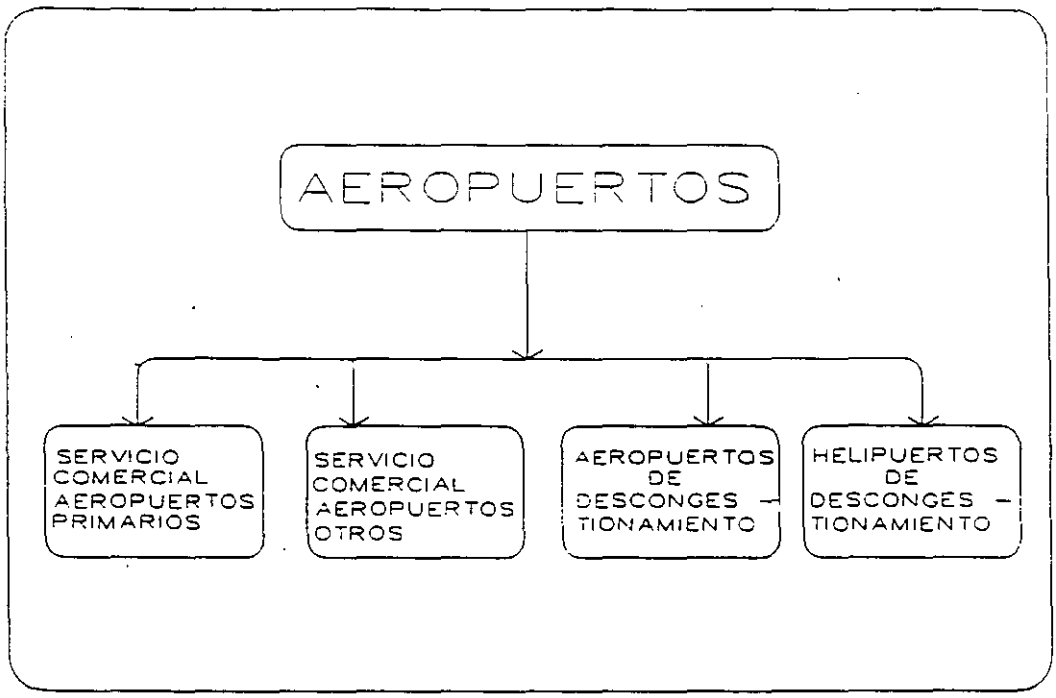


FIGURA 1.1. Clasificación funcional de los aeropuertos.

SERVICIO COMERCIAL AEROPUERTOS PRIMARIOS.- Son aeropuertos públicos abiertos al servicio regular y que embarcan más del 10% del total de salidas de todos los aeropuertos comerciales.

SERVICIO COMERCIAL AEROPUERTOS OTROS.- Son aeropuertos públicos abiertos al servicio regular que embarcan más de 2,500 pasajeros anuales, pero menos del 10% que requiere la primera categoría.

AEROPUERTOS DE DESCONGESTION.- Son aquellos aeropuertos designados por una secretaría y que tienen como función descongestionar a un aeropuerto comercial y proporcionar un mayor acceso de la aviación general a la comunidad.

AEROPUERTOS PUBLICOS.- Cualquier otro aeropuerto público (aviación general).

HELIPUERTOS DE DESCONGESTIONAMIENTO.- Son centrales aéreas que tienen como función básica descongestionar un aeropuerto comercial desviando el tráfico potencial de

pasajeros de aeronaves de ala fija, hacia las compañías de transporte aéreo que emplean helicópteros.

Dentro de la operación de los aeropuertos existe su clasificación según su tamaño y actividades características de las aeronaves que usan las instalaciones. Estos aeropuertos se clasifican en utilitarios y de transporte:

Los aeropuertos utilitarios son emplazamientos que atienden a la aviación general y están destinados, generalmente, para atender las aeronaves pequeñas que tengan velocidades de aproximación inferiores a 225 km/h (120 nudos). Estos aeropuertos se clasifican en cuatro categorias:

UTILITARIOS BASICOS, PRIMER ESCALON.- Las instalaciones de estos tipos de aeropuertos reciben aproximadamente un 75% de aviones monomotores, y pequeños bimotores con peso inferior a los 5670 kg. (12500 lb.), están emplazados fundamentalmente en lugares de poca actividad, atendiendo vuelos personales y de negocio.

UTILITARIOS BASICOS, SEGUNDO ESCALON.- Estos tipos de aeropuertos reciben la misma flota de aeronaves que los anteriores, más una gama amplia de pequeñas aeronaves de negocios y taxis aéreos, tipo bimotor. Están dedicados, fundamentalmente, al enlace entre co-munidades de tamaño medio, con diversidad de uso, contando con un incremento potencial de actividades aeronáuticas.

UTILITARIOS GENERALES, PRIMER ESCALON.- Estos aeropuertos están destinados primordialmente al servicio de las áreas metropolitanas marginales o a las grandes comunidades remotas. Esta clase puede recibir cualquier aeronave de menos de 5670 kg. (12500 lb.), con envergaduras de hasta 15 m (48 pies) y no contando por lo general de aproximaciones instrumentales de precisión.

UTILITARIOS GENERALES, SEGUNDO ESCALON.- Aeropuertos con capacidad para recibir aeronaves con velocidades de aproximación superiores a los 225 km/h (120 nudos), con envergadura de hasta 25 m (80 pies), dotados generalmente de instrumentación para aproximaciones de precisión.

NOTA: Los dos aeropuertos utilitarios básicos están previstos para su utilización por aeronaves con envergadura menor a los 15 m (48 pies), sin considerar previstos de aproximaciones de precisión.

Los aeropuertos de transporte tienen capacidad para recibir aeronaves con velocidad de aproximación superior a los 225 km/h (120 nudos). Estos aeropuertos generalmente son utilizados por aeronaves con motor de reacción, sus instalaciones están dotadas para las aproximaciones de precisión.

CAPITULO 2

FACTIBILIDAD DE NUEVOS AEROPUERTOS COMO PUNTO DE PARTIDA

A consecuencia de resolver los problemas del tráfico aéreo y el progresivo aumento de la demanda dentro del sistema aeroportuario, por no considerar factores de aeronaves y pasajeros, ocasionaba que las soluciones aptas a todos los gustos, conduciesen en forma rápida a la saturación del aeropuerto. Esto generó el urgente estudio de nuevos aeropuertos y la modificación de los existentes de acuerdo con las exigencias actuales y futuras. El tamaño y número de las aeronaves en servicio aumenta día a día en forma rápida, y sus características cambian tan rapidamente, que es necesario variar continuamente las normas de construcción, acoplandose estas, en cada caso a las necesidades del momento, con las previsiones futuras. Las dimensiones de los aeropuertos, capacidad, modalidad de necesidades, servicios, circulaciones,

demandas, etc., han creado la necesidad de nuevas técnicas, las cuales anteriormente no podían aplicarse a estas actividades tan características.

La determinación de las necesidades de una zona y de las características de los centros de comunicación aérea en cada núcleo de población se efectua en función del volumen de tráfico aéreo o número de pasajeros aéreos que puede generar ella misma y de la distancia media de recorrido por pasajero. Estos puntos fijan el caracter de cada aeropuerto y los tipos de aeronaves a utilizar en el tráfico aéreo, así como las características dimensionales de todas las instalaciones de tierra.-

Esto es consecuencia de un estudio minucioso, donde se efectua para ello el análisis de:

Desarrollo aéreo futuro del país, el cual puede servir como guía para fijar el tráfico de la zona en estudio.

Proceso ejecutivo del tráfico aéreo en la misma.

Datos sobre el desarrollo obtenido en otras poblaciones similares, por el establecimiento de una zona de comunicaciones aéreas.

El proceso evolutivo aéreo que sufre alguna zona, región o núcleo urbano con la instalación de un aeropuerto, está intimamente ligado, como cualquier otro tipo de transporte, a la población y a la modalidad de la misma, dependiendo en general, de los siguientes factores:

Núcleo de población.

Carácter económico del área.

Situación geográfica.

Potencial existente de tráfico.

El carácter económico de las ciudades influye considerablemente, al confirmar los factores mencionados, mediante unos coeficientes positivos o negativos, según sea el caso. Con éste carácter económico las poblaciones pueden clasificarse en:

Capitales.

Centros Comerciales.

Centros Turísticos.

Centros Industriales.

Para el estudio del tráfico aéreo de estas poblaciones,está en primer lugar y como factor importante, la influencia de capital, de turismo y comercial, siendo de manera análoga, lo que hace aumentar considerablemente el tráfico aéreo en la zona, si bien en las zonas turísticas responde a características estacionales, de gran irregularidad en el año, por el contrario los centros industriales aumentan el tráfico. La influencia de la situación geográfica es a veces decisiva; en general, una población tendrá tanto más tráfico aéreo cuantos más núcleos urbanos la circunden.

PREDICCION DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE AEREO

Para predecir la demanda del transporte aéreo, es necesario definir todos sus parámetros (pasajeros, operaciones, carga) en todas sus formas (anual, horaria, hora crítica) en rangos que se determinan con el área de influencia del aeropuerto, lo que lo constituye el conjunto de localidades cercanas al aeropuerto, cuyos habitantes harán uso del transporte aéreo.

A la población circunvecina se le pueden aplican ciertos modelos de previsión de tránsito, dentro de los cuales el más importante es el de la prevensión del número anual de pasajeros nacionales comerciales,como es el caso del estudio de las relaciones telefónicas entre las localidades del área de influencia y el resto del país; en caso de no existir éste tipo de información, será necesario utilizar otros modelos más generales, como son los basados en datos socio-económicos del área de influencia tales como: población, hoteles, ingresos (FIGURA 2.1)

OFERTA DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

Definida la demanda en forma anual en base a los elementos mencionados en el inciso anterior, se plantean las necesidades de infraestructura aeroportuaria, cuyos planteamientos se realizarán después de establecer las condiciones locales tales como la meteorología, topografía, geología, etc., e incluso, llegar a describir la situación actual de un aeropuerto en operación (FIGURA 2.2).

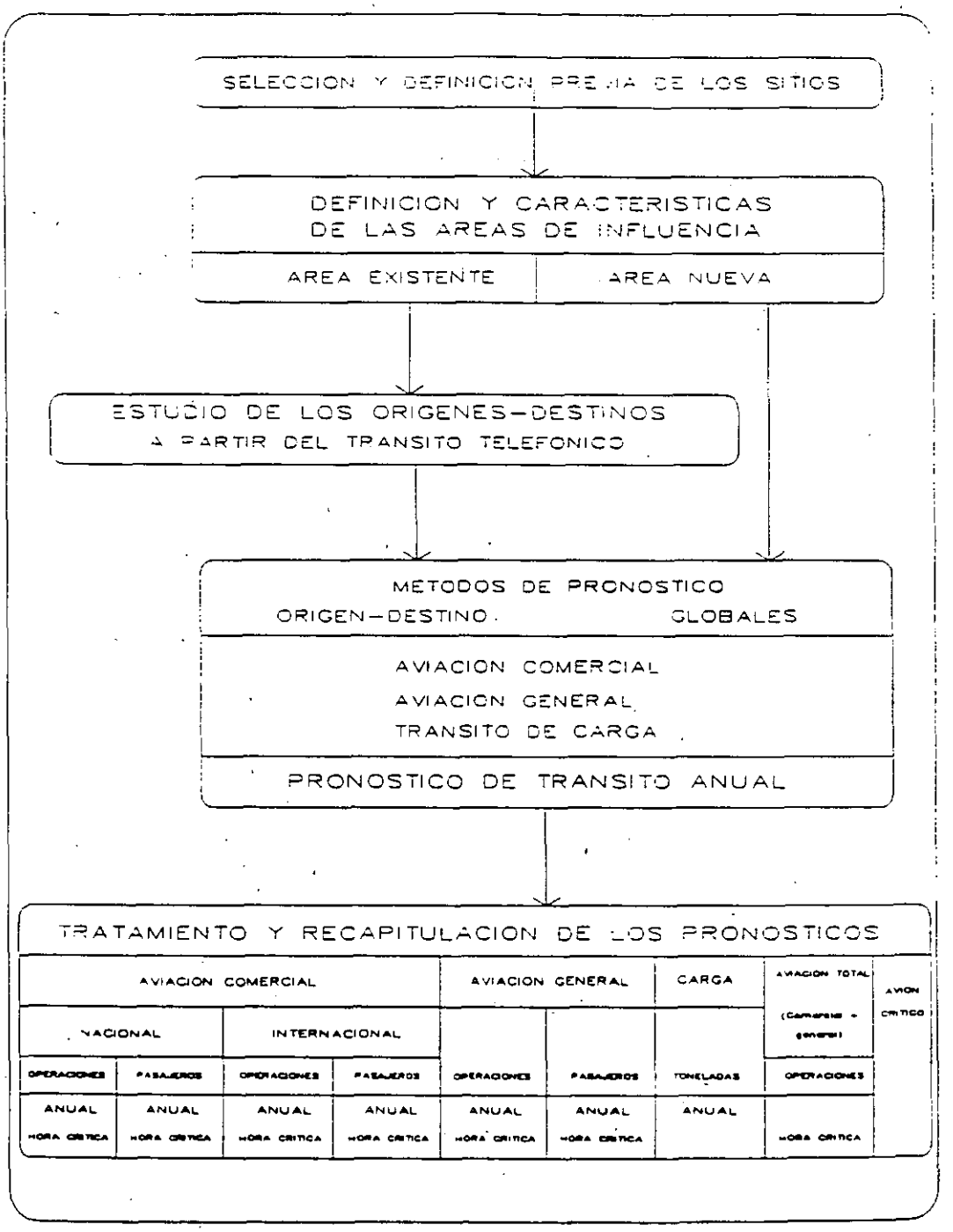


FIGURA 2.1. Demanda de transporte aéreo.

Con los datos definidos, se podrá dimensionar cada elemento del aeropuerto, utilizando métodos sencillos que permitirán visualizar las inversiones compatibles con el nivel de estudio de factibilidad. Cada elemento constitutivo del aeropuerto se agrupará en el desarrollo del mismo a largo plazo estableciendo el Plan Maestro, que definirá la organización de la infraestructura aeroportuaria. En base a esto será posible describir el programa anual de inversión, dentro de la fecha de la toma de decisión, hasta el horizonte a largo plazo (15 años).

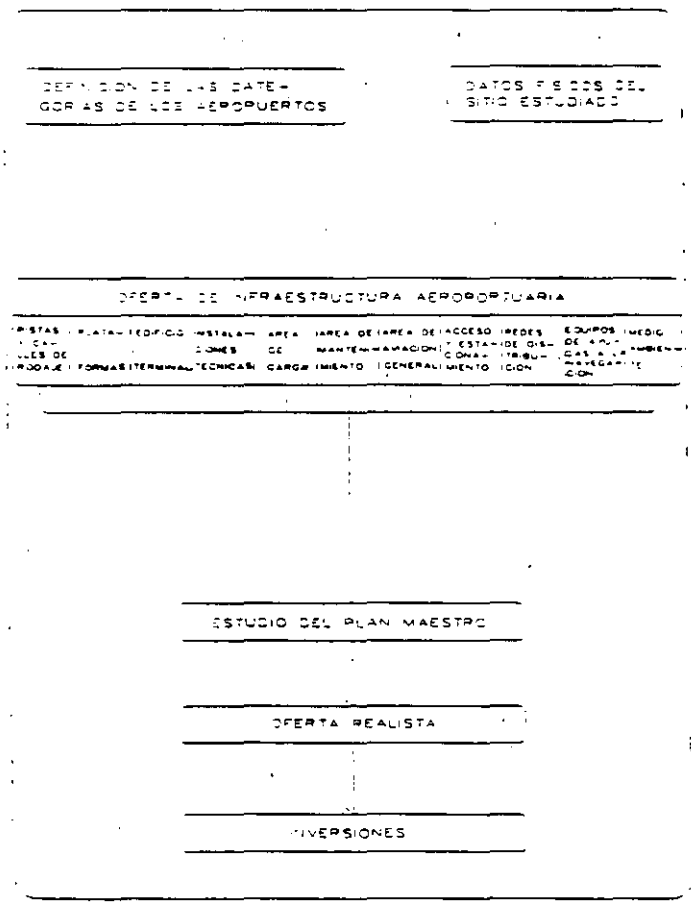


FIGURA 2.2. Oferta de infraestructura.

ANALISIS DE FACTIBILIDAD

Es necesario y fundamental estudiar la totalidad de los ingresos y egresos inducidos por la creación de la infrestructura (FIGURA 2.3), con la finalidad de observar el punto de vista regional y nacional en lo referente a transportistas, usuarios, organismos que operan el aeropuerto, etc., juzgando esto en función de critérios simples, definiendo los indicadores como:

Las tasas internas de retorno económicas o financieras.

Los beneficios totales actualizados acumulados en el período de estudio.

El número de personas afectadas por la construcción y operación del aeropuerto.

La generación de empleos.

Y, la participación y crecimiento del producto interno bruto (PIB).

COSTO E INVERSION

Para poder establecer el monto de las inversiones en una ampliación o construcción de un nuevo aeropuerto, es primordial tener en consideración la "oferta realista" en la que intervienen los criterios cuantitativos y cualitativos dentro del Plan Maestro, efectuando un balance del estado actúal o del propuesto en lo referente a las obras establecidas en el horizonte de planificación de acuerdo a las previsiones de la demanda.

Los costos de un aeropuerto con respecto a otro, no son de la misma naturaleza, por ser susceptible de variaciones muy importantes, como es el caso de la adquisición de terrenos, saturación de rutas de acceso, etc. Para determinar el monto de las inversiones es necesario multiplicar cada una de las áreas o unidades por su respectivo costo unitario, posteriormente al ser sumadas se obtendrá el monto total de la inversión para cada etapa considerada.

El o los estudios del calendario de inversiones están apoyados en las previsiones del tráfico aéreo; la actividad aérea sobre un aeropuerto está bien asegurada ya sea por las compañías nacionales o por las compañías internacionales, pero no necesariamente de la actividad de todo el país o de la política en materia de aeropuertos.

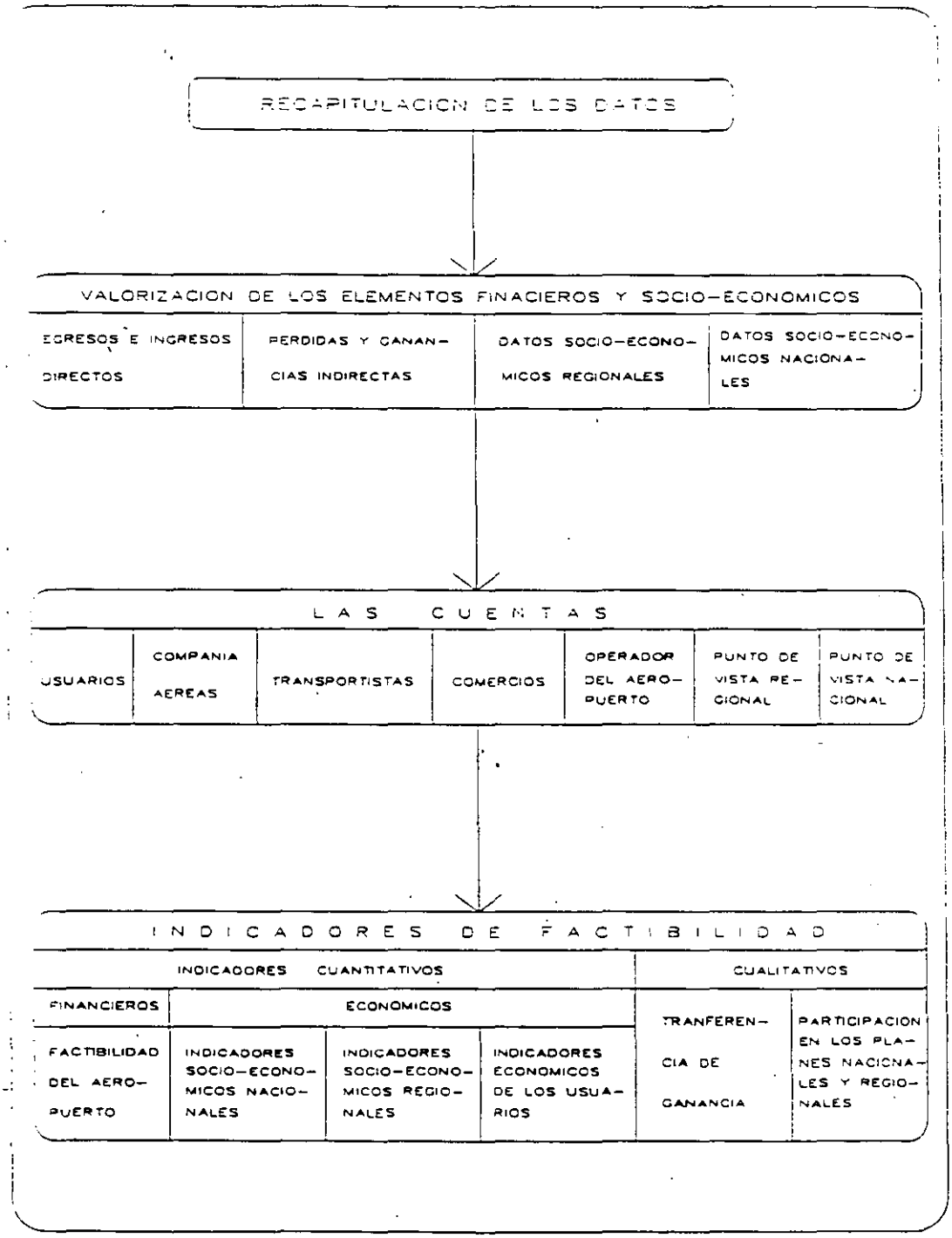


FIGURA 2.3. Análisis de factibilidad.

Los estudios de previsión y calendario de inversiones al ser utilizados con prudencia y confiabilidad, harán que el proyectista adquiera la intuición y la orientación propia para tratar practicamente los verdaderos problemas del desarrollo de un aeropuerto.

Al estimar la totalidad de los ingresos y egresos inducidos por la creación de la infraestructura, dan como resultado los indicadores que representan el punto de vista de cada uno de los elementos en forma sintetizada. Estos indicadores son los siguientes:

Tasas internas de retorno económicas o financieras.

Beneficios totales actualizados acumulados en el período de estudio.

Número de personas afectadas por las perturbaciones.

Empleos creados.

Participación en el producto interno bruto y en su crecimiento.

Costo de los empleos creados

La comparación de cada indicador en un mismo estudio permite obtener hipótesis interesantes: la comparación de cada indicador de un estudio con otro, permite elaborar trabajos de planificación.

ZONA DE INFLUENCIA

La zona de influencia de un aeropuerto es el área que abarcan la mayor parte de los usuarios que se ubican necesariamente dentro de cierta zona geográfica situada alrededor de la terminal aérea.

En algunos aeropuertos se efectúan encuestas del lugar de origen o de residencia, o bien del lugar de destino de los pasajeros, las cuales revelan que la distribución geográfica implica límites precisos cuando se expresa en tiempo de recorrido (automovil), hasta o desde el aeropuerto, como lo muestra la FIGURA 2.4. Donde:

El 95% del tránsito del aeropuerto proviene de la población situada a menos de 40 minutos de recorrido.

Y el 5% del tránsito proviene de una población diseminada que se ubica más lejos.

Lo que indica que la distancia al aeropuerto no constituye ningún problema para la utilización del transporte aéreo hasta 40 minutos de recorido.

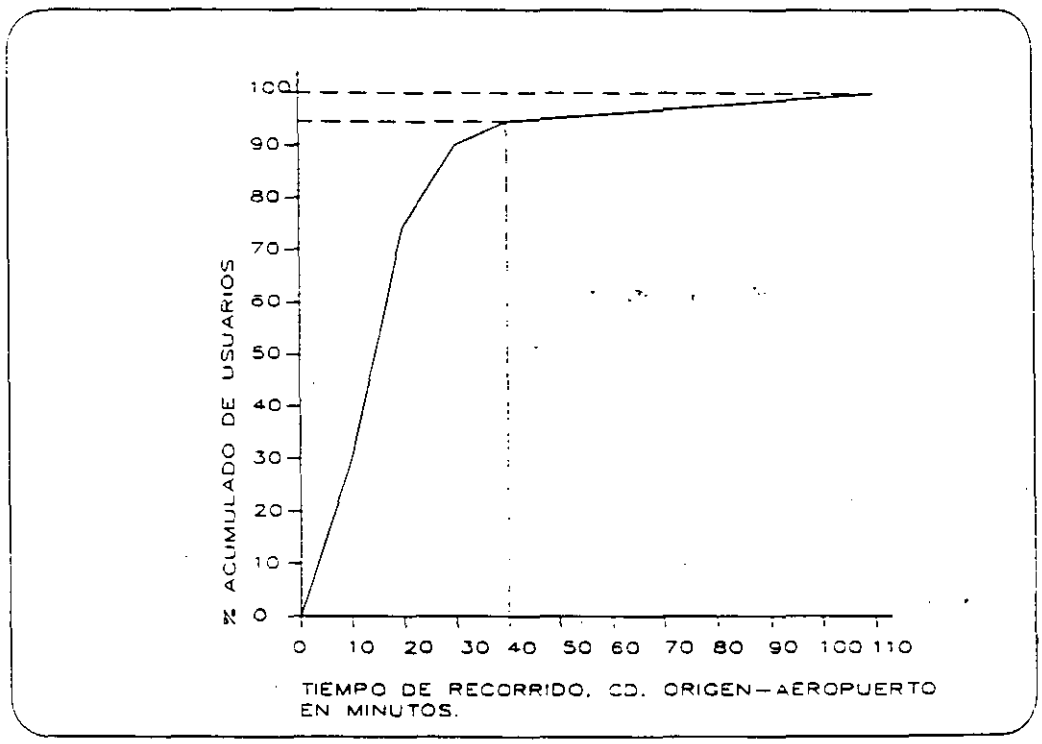


FIGURA 2.4. Curva acumulada.

En casos particulares de que el aeropuerto este alejado de una gran ciudad y que el recorrido sea mayor de 40 y menor de 60 minutos, sera necesario tener en cuenta su participación en el tránsito aéreo, donde su volumen será afecto en un 20% de reducción (FIGURA 2.5.)

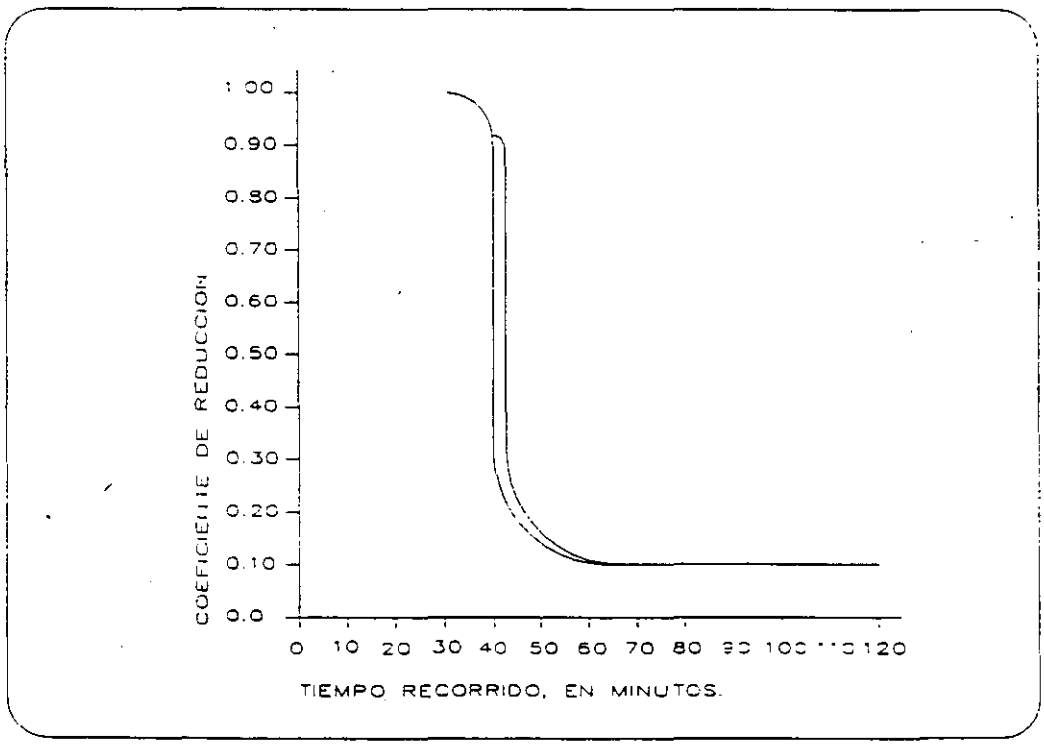


FIGURA 2.5. Coeficiente de reducción.

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental común al desarrollo de los aeropuertos, es el ruido aeroportuario que es el más difícil de controlar, desde la aparición de las aeronaves comerciales a reacción en el año de 1959, se han producido cambios radicales en la naturaleza y magnitud del problema del ruido en los aeropuertos. Este problema de entorno se ha agudizado por la combinación de varios factores, entre los que se incluyen:

Aumento del tráfico, especialmente de vuelos con mayores y más potentes aviones a reacción.

Aumento de las urbanizaciones en las proximidades de los aeropuertos.

Aumento de la sensibilización de la opinión pública hacia los problemas ambientales en general y a los problemas del ruido aeroportuario en particular.

Uno de los principales empeños de los organismos estatales ha sido fomentar el desarrolo de la industria aeronáutica, de este modo las leyes y reglamentaciones federales han ocasionado cambios fundamentales en el proceso de planteamiento de aeropuertos. Los factores ambientales deben considerarse ahora con el mismo grado de importancia que la seguridad, la eficacia o los costos de construcción. Los planificadores de aeropuertos deben de esforzarse y considerar los puntos de vista de los organismos oficiales, miembros de la comunidad aeronáutica y público en general.

Los proyectos del desarrollo de los aeropuertos producen normalmente efectos adversos inevitables en el entorno, por ejemplo, la adquisición de terrenos adicionales para un aeropuerto puede obligar a algunas personas, industrias y actividades agrarias a desplazarse y buscar nuevos emplazamientos; el aumento del tráfico aéreo causará mayor contaminación atmosférica e incrementará el nivel de ruido, la mejoría de los sistemas de balizamiento repercutirá en mayor número de operaciones nocturnas que pueden dar lugar a mayores molestias a las residencias vecinas.

Un aeropuerto por razones de tamaño y naturaleza, puede tener grandes efectos en el uso del suelo de sus alrededores. Estos impactos pueden ser económicos, de desarrollo o visuales. Los planificadores y proyectistas de aeropuertos deben de emplear todas las técnicas de diseño y medios de control de uso de suelo disponible con objeto de reducir el impacto negativo tanto en el entorno del aeropuerto como dentro de él.

Uno de los más serios problemas causados por el desarrollo de un aeropuerto y su influencia en el medio ambiente, es la contaminación del aire y del agua. Estos problemas son también los más complejos, su evaluación y control reclaman la ayuda de especialistas altamente calificados.

Los contaminantes del aire se clasifican en cinco clases:

Partículas.

Monóxido de carbono.

Oxidantes fotoquímicos.

Oxidos de nitrógeno.

Dióxido de azufre.

La contaminación del aire en un aeropuerto puede provenir de distintas fuentes. Las más importantes son las siguientes:

Gases de escape de los motores de las aeronaves.

Aspersión de combustible.

Sistemas de aprovisionamiento de las aeronaves,

Gases de escape de los motores de vehículos de pasajeros, empleados y visitantes del aeropuerto.

Equipos de los servicios de tierra.

Trabajos de construcción.

La contaminación del agua puede ser el resultado directo de la construcción o explotación del aeropuerto, o consecuencia indirecta del desarrollo inducido por la presencia del aeropuerto. La supresión de la tierra vegetal o cualquier otra práctica constructiva puede dar lugar a una erosión inapreciable o una posterior sedimentación. La polución del agua, consecuencia de la explotación del aeropuerto se agrupan en cinco clases:

Residuos sanitarios.

Contaminación del agua de lluvia.

Residuos procedentes del combustible, operación y limpieza de las aeronaves.

Residuos procedentes de las revisiones y mantenimiento de las aeronaves.

Residuos industriales.

Los tres problemas hidrológicos más comunes relacionados con la construcción de un aeropuerto, son:

Inundaciones.

Intercepción del agua en sus movimientos por terraplenes o trabajos de drenaje.

Intrusión de la salinidad.

El desarrollo de un aeropuerto implica la construcción de vastas extensiones para pistas de vuelo, calles de rodaje, edificios, estacionamientos y otras superficies impermeables. Todo ésto hace decrecer la infiltración de agua de lluvia e'incrementa el caudal de las corrientes lo que puede causar inundaciones. En ocasiones los aeropuertos se construyen a la orilla del mar, cuya tierra está compuesta de materiales blandos e inestables, en estos casos es necesario desviar canales, drenar y rellenar áreas pantanosas, tales cambios en el entorno hidráulico pueden dar lugar a cambios climáticos locales, modificar los causes normales del movimiento del agua y hacer peligrar la fauna vegetal, animal y acuática.

Los planificadores de aeropuertos pueden tener grandes éxitos reduciendo el impacto ecológico, gracias a mejores planificaciones, proyectos y construcción, ya que el impacto ecológico es consecuencia de los trabajos de construcción, de las actividades relacionadas con la explotación diaria o del desarrollo inducido por la existencia del aeropuerto.

CAPITULO 3

PROSPECTIVA DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE AEREO DENTRO DE UN CONTEXTO

Dentro de la planeación aeroportuaria la demanda del transporte aéreo esta intimamente relacionada con la capacidad misma del aeropuerto en lo referente a los elementos que la integran como son los usuarios, operaciones, cargas, etc., en forma anual, horaria, hora crítica, etc.; todo ésto con un nivel o calidad de servicio que se da al pasajero que hace uso de las instalaciones.

Para efectuar el análisis de capacidad de un aeropuerto es necesario considerar los siguientes elementos:

El volumen de la demanda y el período durante el cual se pretende satisfacer.

El nivel de calidad de servicio que se pretende ofrecer al usuario.

El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

Fundamentado lo anterior, es muy importante establecer una adecuada metodología que permitia conocer con certeza los intervalos de variación de la demanda esperada. La predicción de la demanda requerirá de un trabajo arduo de suposiciones, ocasionando que mientras más lejano sea el horizonte establecido, mayor será el grado de incertidumbre. El nivel de demanda potencial de un aeropuerto en cada uno de sus sistemas tiene implicaciones diferentes, por lo que es necesario que el análisis se realice tomando en cuenta los factores que separadamente influyen a cada elemento que lo constituye.

El análisis de la demanda debe ser expresado en terminos relevantes al diseño y dimensionamiento de las instalaciones del aeropuerto; existe el caso de que dos aeropuertos con el mismo volumen de pasajeros anuales, pueden tener requerimientos muy diferentes tales como las áreas de los edificios, posiciones de plataforma, horas pico, o la composición de las flotas de aeronaves que en ellos operan. Con todo esto, la persona que planifica al evaluar la capacidad del aeropuerto en estudio deberá utilizar pronósticos a corto y mediano plazo, con la finalidad de tener la certeza de que sus consideraciones están solidamente fundadas en elementos conocidos.

Determinados los pronósticos, se efectúa un ejercicio de análisis para determinar los factores básicos de dimensionamiento de cada elemento por separado. El grado de precisión en el pronóstico debe atender el hecho de que algunas instalaciones aeroportuarias requieren de largos plazos para ser puestas en operación, en tanto que otras pueden desarrollarse con mayor rápidez, de acuerdo con los cambios que la demanda pudiera imponer.

Al desarrollar los sistemas del aeropuerto sobre una base de adaptabilidad y flexibilidad, se puede ayudar a evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo que permita su adecuado y ordenado desarrollo. Es necersario vigilar y actualizar con regularidad

los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se presenten, como sucede con el volumen de actividad cuando es mayor que la previsión original.

Debe de existir una adecuada colaboración y coordinación entre las empresas de aviación y las autoridades aeronáuticas, todo esto con el fin de que el transporte aéreo se adapte con una relativa facilidad y rapidez a los cambios de la demanda, tomando en cuenta que los aeropuertos requieren plazos prolongados para adecuar sus intalaciones. Esto adquiere especial relevancia para evitar que los aeropuertos lleven a cabo obras para atender flujos que después de un tiempo desaparezcan, a consecuencia de que el mercado no fué lo suficientemente productivo.

PREDICCIONES DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO

Un aeropuerto para servicio comercial regular que atiende por razones de economía, a la demanda de aviación general de una zona determinada, precisa realizar estimaciones de volumenes de actividad en plazo corto, mediano y largo. Donde las estimaciones a largo plazo son utilizadas para determinar fundamentalmente las previsiones que debe hacerse por cuanto a disponibilidad de terreno. Las de corto y mediano plazo son utilizadas para el dimensionamiento y diseño de las instalaciones.

El proceso de planificación para el estudio y análisis de la demanda de un aeropuerto se divide de la siguiente manera:

Analizar los datos estadísticos o antecedentes de pasajeros movidos, operaciones anuales, número de aterrizajes y despegues, carga movida en toneladas, etc., en este estudio se deberá de incluir las tasas de crecimiento anual.

Establecer proyecciones a futuro con los datos anteriores, basandose en las tasas de crecimiento definidas por las estadísticas. Es necesario tomar en cuenta la información adicional para poder determinar si se puede emplear las mismas tasas de crecimiento que fueron aportadas por las estadísticas o en su caso modificarlas, rectificando las tendencias según los factores de desarrollo económico, demográfico, turístico, etc., de la región a la cual sirve el aeropuerto. Además de que el proyectista también debe de considerar las tendencias del movimiento aeronáutico del país y las mundiales servirán como punto de comparación.

Con las estadísticas y sus proyecciones se establecen los "Parámetros de Proyecto" y sus tendencias, datos que permitirán definir la magnitud de los diferentes elementos del aeropuerto, mediante las concentraciones máximas frecuentes como son las posiciones simultáneas de aeronaves estacionadas en plataforma y su tipo, número máximo de pasajeros horarios nacionales de salida y llegada, máximo horario de pasajeros internacionales de salida y llegada, número máximo de vehículos en el estacionamiento, etc.

Con la cantidad o número de pasajeros anuales que son movidos en un aeropuerto, esta la base de partida para las proyecciones, a consecuencia de ser el factor que permite la proyección a futuro con gran facilidad, acercandose a la realidad.

Al proyectar el número anual de operaciones, se necesitará fijar primeramente la relación de ocupación de aeronaves (número de pasajeros, promedio por aeronave, etc.), tomando en cuenta las tendencias y cambios de equipo de vuelo, para posteriormente proyectar esta actividad al futuro. Con la ocupación y los pasajeros anuales, se podrá determinar el número de operaciones por año.

Las concentraciones máximas frecuentes indicarán que se tratan de valores máximos horarios, los cuales se presentan alrededor de 100 a 150 veces por año. Es necesario la proyección de los parámetros, de tal manera que se pueda definir la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier momento futuro, fijando las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que lo forman; una vez definida la magnitud y las etapas del desarrollo, el conjunto de elementos permite establecer el Plan Maestro del aeropuerto, cuyo plan regulará su crecimiento.

La predicción de la demanda futura del transporte aéreo se lleva a cabo a la escala macroscópica, contemplando la demanda como una respuesta a los niveles generales de cambio de una serie de variables, sin tomar en cuenta los efectos individuales de cada variable en particular. Los métodos son sencillos y se puden aplicar a nivel local, nacional e internacional, cuando las tasas de crecimiento del tráfico han sido notablemente constantes a lo largo del tiempo. Estos métodos comprenden la opinión, encuestas de futuro, tendencias de predicción y predición básica.

En condiciones de crecimiento reducido, la juiciosa predicción del pronosticador, próximo a los problemas y capaz de integrar y ponderar los factores implicados en la situación de que se trate; las posibilidades de éxito disminuirán conforme aumente la complejidad de la situación y si se

requiere una predicción a largo plazo; el uso de opiniones puede convertirse facilmente en una predicción a "tirones".

La técnica de encuesta de futuro dirigida a personalidades del transporte aéreo pueden estar en disposición de juzgar las tendencias futuras.

La predicción por tendencia que consiste en una simple extrapolación basada en el juicio de las tendencias del pasado. Procedimiento de razonable confiabilidad en predicciones a corto plazo, especialmente cuando el procedimiento de extrapolación se lleva a cabo con tasas de crecimiento variables por tener en cuenta las variaciones a corto plazo de las tendencias seculares. A largo plazo este tipo de extrapolación es poco confiable y técnicamente dificil de confiar.

Otra técnica utilizada para la predicción del transporte aéreo es el método de Predición Básica, en el que se supone que el porcentaje de transporte de una ciudad en volumen nacional de pasajeros anuales permanece constante con el tiempo. Las predicciones para el aeropuerto se obtienen por aplicación de estos porcentajes a los pasajeros nacionales. Pero este método tiene dos limitaciones muy importantes, que son:

El porcentaje de las cifras nacionales no permanece necesariamente constante; las áreas en crecimiento rápido atraen más tráfico, mientras que la demanda de tráfico en áreas más estáticas, constituidas economicamente por el sector primario, pueden no cambiar apreciablemente.

Y, el pronóstico nacional pudo haber resultado incorrecto.

Este método, presenta rigurosas limitaciones a su aplicación donde existe tráfico irregular, que es un segmento importante del tráfico total de pasajeros; este tipo de tráfico es particularmente vulnerable a los cambios de tarifa. Para este método existen dos técnicas fundamentales, como a continuación se indica:

Primer método.

Determinar el número de pasajeros nacionales embarcados atraídos por el aeropuerto en el pasado.

Ajustar este porcentaje para tener en cuenta anticipadamente tendencias anormales de crecimiento.

Obtener datos del volumen de pasajeros nacionales para el año de diseño.

Calcular las cifras correspondientes en base al porcentaje del segundo inciso por la cifra nacional del tercer inciso de este método.

Segundo método.

Obtener el número de pasajeros por cada 1,000 habitantes que haya tenido el aeropuerto en el pasado.

Comparar la cifra calculada en el inciso anterior de este método con el número de pasajeros nacionales por cada 1,000 habitantes.

Calcular la proporción siguiente:

PASAJEROS DEL AEROPUERTO / 1,000 HABITANTES

PASAJEROS NACIONALES / 1,000 HABITANTES DE LA NACION

Obtener la predicción nacional del volumen de pasajeros anuales por cada 1,000 habitantes del año de diseño.

A partir del cociente del tercer inciso y de la predicción nacional del cuarto inciso de este método, calcular el volumen de pasajeros locales por cada 1,000 habitantes.

La predicción por tendencias es simple, dado que se basa en la experiencia del pasado y trata de continuar la curva de la demanda según los pronósticos generales de todas las condiciones. En ocasiones, el transporte aéreo muestra un crecimiento exponencial, con cifras correspondientes a tasas de crecimiento anuales del 10% aproximadamente durante períodos a corto plazo. A largo plazo es más razonable esperar que el crecimiento en el transporte aéreo se ciña más a una curva logarítmica, que es la curva historicamente convencional para una nueva tecnología.

La curva exponencial llega muy rapidamente a niveles inalcanzables de demanda, pero la curva logarítmica refleja, más realmente, las rápidas tasas de crecimiento de la demanda en el punto en que se introduce una nueva tecnología, donde los costos marginales de producción caen rapidamente ante una eventual saturación del mercado.

Los métodos analíticos se esfuerzan en subsanar los grandes errores del análisis de tendencias en la generación del viaje, tratando de relacionar el nivel de tráfico con los cambios en el nivel

de una serie de factores casuales o intimamente ligados. En el caso de la demanda de tráfico aéreo, el número de viajes realizados por usuarios aislados depende no solo de un número de varibles socioeconómicas externas al sistema de transporte aéreo, tales como ingresos, tipos de empleo y estructura familiar, sino también a variables internas, como, frecuencia y nivel de servico, incluso la velocidad. Conforme varian estas variables dentro del área de investigación, pueden predecirse los cambios en los niveles de demanda; estos procedimientos son capaces de reflejar los cambios reales a través del tiempo, cosa que no puede esperarse de una predicción por tendencias.

El análisis de la demanda de tráfico divide el procedimiento en cuatro pasos consecutivos: Generación---Distribución---Elección del Modo---Ruta

Los Módelos de Generación indican cuantos viajes se originan o terminan en un área específica. Estos módelos se basan frecuentemente en las características socioeconómicas del área y en la naturaleza del sistema de transporte.

En el Proceso de Distribución los viajes se modelan como intercambios entre pares específicos de origen y destino, usando generalmente módelos de tipo equilíbrio, con el tiempo o la distancia como parámetro antagónico al tráfico.

Los Módelos de Elección del Modo comparten los intercambios entre los modos compartidos y los modos únicos. La elección es función de la estructura y naturaleza del sistema de transporte y del estatus socioeconómico del usuario.

Los Modelos de Ruta indican cuales son las elegidas por el viajero individual, de entre todas las rutas disponibles.

Muy a menudo se encuentra el analista en la práctica que existe una relación entre dos o más variables y desea expresar esta relación mediante una ecuación matemática que las ligue. Para llegar a determinar la ecuación que relacione a las variables, es necesario que los datos sean representados por puntos en un sistema de coordenadas rectangulares; este sistema se llama "Diagrama de Dispersión" (FIGURA 3.1.).

Con el diagrama de dispersión es posible representar una curva que se aproxime a los datos, llamada "Curva de Aproximación" (FIGURA 3.2).

Cuando los datos se aproximan a una línea recta se dice que entre las variables existe una "Relación Lineal";en caso contrario se dice que existe una "Relación no Lineal" (FIGURA 3.3).

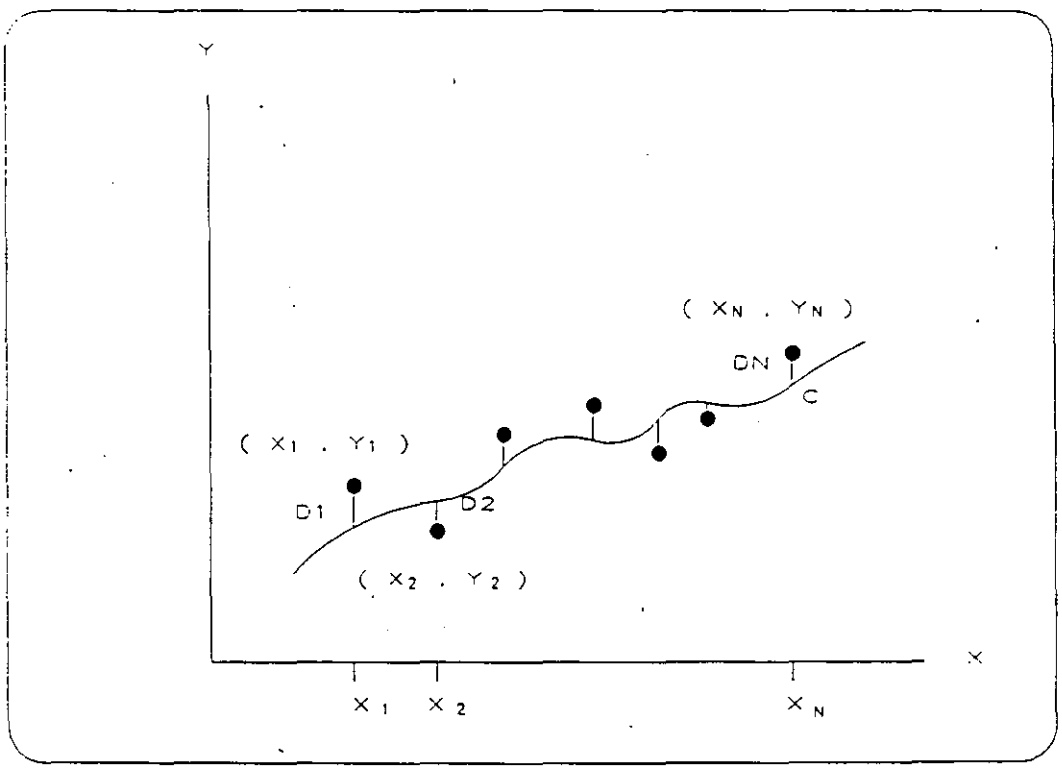


FIGURA 3.1. Diagrama de dispersión.

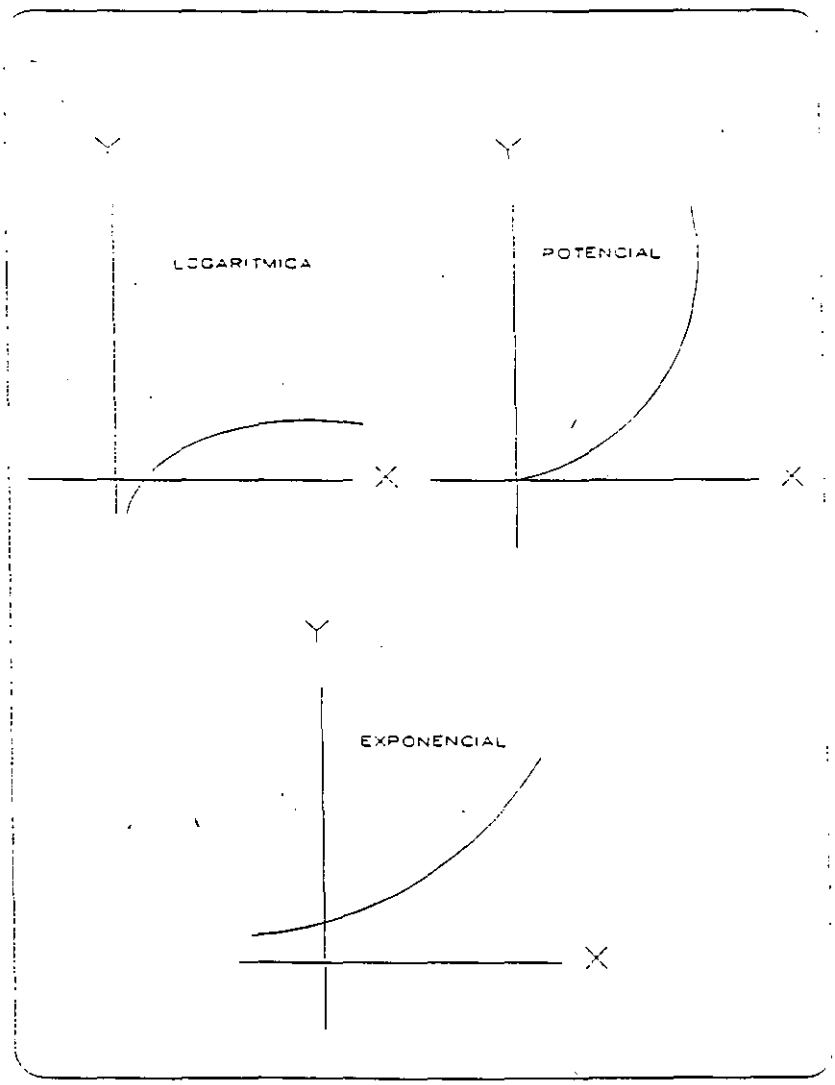


FIGURA 3.2. Curvas de aproximación.

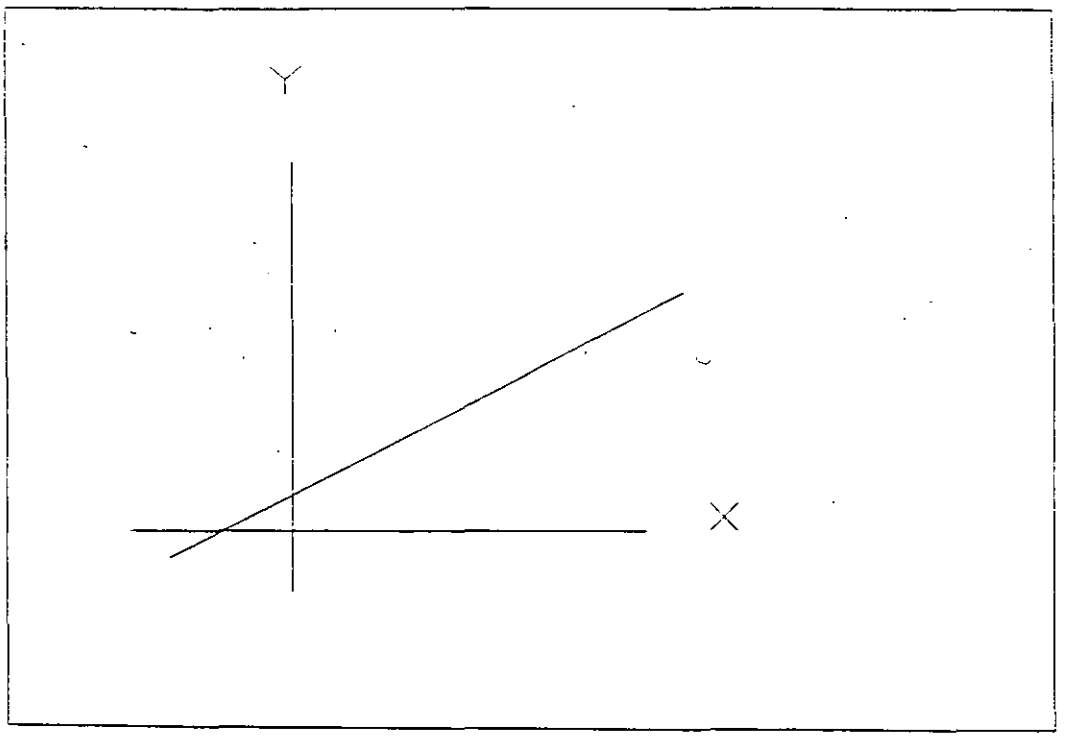


FIGURA 3.3. Regresión lineal.

OFERTA DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

Aunado a la planificación particular de un aeropuerto, es necesario tomar en consideración otros factores a nivel de la red aeroportuaria nacional que impactan en el desarrollo de dicho aeropuerto, tales como las rutas regionales, las troncales y las internacionales; así como el área de influencia, las perspectivas de población, la actividad económica de la región, etc.

Para evitar que el crecimiento del aeropuerto se de en forma anárquica y la infraestructura aeroportuaria se desarrolle con deficiencias e interferencias que puedan ocasionar gastos innecesarios, es necesario establecer el Plan Maestro, cuyos objetivos son los de:

Planificar oportuna y cuidadosamente las ampliaciones de las instalaciones.

Garantizar mejores y adecuados servicios que permitan satisfacer la demanda de los usuarios.

Restringir el crecimiento urbano cuidando las áreas de aproximación y despegue de las aeronaves, con el fin de tener un espacio aéreo libre de obstáculos.

Y, el de preveer reservas de terrenos para futuras ampliaciones.

Un aeropuerto puede contener desde las más elementales instalaciones como es la pista, calle de rodaje, plataforma de estacionamiento, caseta para equipo de radio y oficinas, caminos de acceso y cono de vientos o ser un gran complejo aeroportuario.

Con el fin de presentar en forma ordenada las instalaciones con que cuenta un aeropuerto, se han desglosado y agrupado sus elementos en las siguientes zonas:

1. Zona de operaciones.

Esta zona se dedica al movimiento exclusivo de las aeronaves, permite el aterrizaje, despegue y circulación de aeronaves. Localizándose los siguientes elementos, tales como:

PISTA.

Unica

Paralelas

Convergentes

CALLE DE RODAJE.

Perpendicular

Paralela

Salida de alta velocidad

AYUDAS VISUALES.

Sistema visual indicador de pendiente de aproximación(VASIS)

Luz indicadora de alineamiento de pista (RAIL)

Luces indicadoras de extremo de pista (REIL)

Faro giratorio

Cono de vientos

Luces de aproximación

Luces de borde en pista, calles de rodaje y plataformas

RADIO AYUDAS.

Control de tránsito aéreo (torre de control)

Radio faro omnidireccional (VOR)

Equipo de radio telemétrico (DME)

Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)

Sistema de aterrizaje por microondas (MLS)

Radar

2. Zona terminal para pasajeros de aviación comercial.

Se da atención a los usuarios de los vuelos en itinerario y en ocasiones a los vuelos fuera de itinerario, como son los vuelos charter. Esta zona se constituye de los siguientes elementos:

Plataforma

Edificio terminal

Estacionamiento para automóviles

3. Zona terminal para pasajeros de aviación general.

Para atención a pasajeros de aviación privada y a compañías comerciales regionales con vuelos de corto alcance, constituida de los siguientes elementos:

Plataforma

Hangares

Estacionamiento para automoviles

Edificio terminal (dependiendo de la demanda)

4. Zona de servicios de apoyo a las operaciones.

En esta zona se localizan las siguientes instalaciones:

Torre de control

Edificio anexo (oficinas)

Edificio anexo (cuarto de máquinas)

Cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI)

Mantenimiento y construcción del aeropuerto

Oficinas de apoyo a la operación

Servicios a plataforma

Bodegas de las compañías aéreas

Antenas para radio-comunicación

Mantenimiento del equipo de apoyo

Almacenamiento de combustible

5. Zona de manejo y carga.

Aquí se procesa y se da servicio a la carga de mayor volumen, clasificándola en nacional o internacional, contando con instalaciones para la aduana. Se localizan las siguientes instalaciones:

Plataforma

Bodega

Patio de maniobra

Estacionamiento

6. Zona para base de mantenimiento de aeronaves.

Es en esta zona donde se da mantenimiento a las aeronaves de las compañías aéreas que operan en el aeropuerto. Está constituída de las siguientes instalaciones:

Plataforma

Hangares

Talleres

Oficinas

Estacionamiento

7. Zona presindencial.

Esta zona es justificada en aquellos aeropuertos en donde la ciudad es sede de los poderes de un país. Las instalaciones de esta zona la constituyen:

Plataforma

Hangares

Oficinas

Salón oficial

Estacionamineto

ANALISIS FINANCIERO Y ECONOMICO

Para que un proyecto de infraestructura aeroportuaria sea ejecutado fisicamente, este deberá haber pasado explícita o implicitamente por diferentes fases o etapas de preparación, ya que cada proyecto es diferente tanto por sus características físicas y técnicas, así como por su complejidad y objetividad.

La secuencia para la preparación e implantación de los proyectos debe adaptarse a los requerimientos que de ellos se demanda en la zona o región donde quedará instalado.

Debido por una parte a que un aeropuerto es una obra pública que de manera significativa influye en los hábitos de traslado de los usuarios, y en los habitantes de las comunidades a los cuales da el servicio. Para obtener la aprobación de un proyecto de esta naturaleza, además de realizar un análisis de los aspectos técnicos y financieros, revisar las consecuencias que pueda tener el proyecto sobre el comportamiento socio-económico de una región en particular y del país en general.

Mediante la evaluación se recopilan los datos más importantes para la realización del análisis de todos los aspectos de un proyecto de infraestructura aeroportuaria, con esto se definen y determinan las principales características físicas, económicas, financieras y sociales, y se acepta o se rechaza la realización de los proyectos en estudio. Este proceso es la parte más importante del trabajo, debido a que es la culminación de la planificación.

Si la preparación del proyecto se ha desarrollado correctamente, la evaluación resultará sencilla, en caso contrario será complicada. Esta abarca cuatro aspectos principales del proyecto, que son:

Técnicos.

Financieros.

Económicos.

E, Institucionales.

Es necesario asegurar que los proyectos estén correctamente planificados, en cuanto a su diseño técnico que debe ser el apropiado, y que se ajuste a normas establecidas por organizaciones nacionales e internacionales. La evaluación técnica se ocupa en cuestiones de dimensión, diseño y ubicación de las instalaciones, así como de la tecnología que se va a emplear, incluyendo las clases de equipo, procedimientos constructivos y el grado en que se amolden a las condiciones locales; esta evaluación efectúa examenes de las estimaciones de costos y de los datos técnicos a fin de determinar si son reales, o no, todo esto dentro de un error aceptable, y si los factores de ajuste para excesos de cantidades de obra y alza de precios durante la ejecución, son los requeridos.

La evaluación técnica define también los procedimientos y normas propuestas para las adquisiciones, a fin de asegurar que se cumplen los requisitos y especificaciones, así como la obtención de servicios de ingeniería, arquitectura y otros de índole profesional. Además, se ocupa de estimar los costos de funcionamiento de instalaciones y servicios del proyecto y la disponibilidad de materias primas u otros insumos necesarios. Y analiza el posible impacto del proyecto en el medio humano y físico, con el fin de asegurarse que cualquier efecto adverso quede controlado o se reduzca al mínimo.

En conclusión, la evaluación técnica examina las opciones técnicas consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados.

Los aspectos institucionales son el conjunto de políticas gubernamentales que condicionan el medio en que una institución se desenvuelve. En la evaluación institucional se plantean multitud de preguntas tales como si la entidad esta organizada adecuadamente y si su administración es apropiada para la tarea que debe cumplir, si se aprovecha de manera efectiva la capacidad y la iniciativa local, y si se necesitan modificaciones institucionales o de las políticas fuera de la identidad, para lograr los objetivos del proyecto. El desarrollo institucional es el más difícil de abordar, en parte porque su éxito depende en gran medida de que se comprenda el medio cultural, reconociendo la necesidad de un replanteamiento contínuo de las disposiciones institucionales y estar abierto a ideas nuevas (proyectos tradicionales) y dispuestos a adoptar enfoques a largo plazo que puedan abarcar varios proyectos. Algunos planteamientos se encuentran asentados en los planes y programas de desarrollo municipal, estatal y nacional. En esta evaluación la transferencia de recursos financieros y la construcción de instalaciones físicas, por valiosas que sean, son menos importantes a la larga que la creación de una institución local sólida y viable.

La evaluación financiera es el estudio del comportamiento de un proyecto desde el punto de vista de autosatisfacción de sus necesidades, que es el estudio de todos los ingresos y egresos, asociados a cada proyecto alternativo en que se incurriría si se realizará cada uno de ellos con objeto de juzgar sus repercusiones monetarias. La finalidad de esta evaluación es la de integrar un estudio contable específico del proyecto; determinando todos los ingresos y egresos del organismo que lo administrará. El objetivo de este tipo de estudio es el de analizar el flujo de ingresos y egresos, requisito base para lograr una evaluación completa, identificar con claridad todos los elementos participantes de dicho flujo, fuentes de ingresos, costos de inversión, costos de operación y desmantelamiento al final de la vida útil del proyecto, seleccionar con anticipación al inicio del proceso de evaluación los parámetros de control, que servirán de base para la aceptación o rechazo de un proyecto específico. El proceso de evaluación financiera se divide en las siguientes etapas:

Planteamiento de suficientes alternativas comparables entre si.

Determinación del flujo de ingresos asociados a cada alternativa durante toda la vida útil.

Selección de uno o más criterios de decisión, que permitan elegir entre dos o más flujos de efectivo al mejor. La FIGURA 3.4 muestra graficamente este proceso.

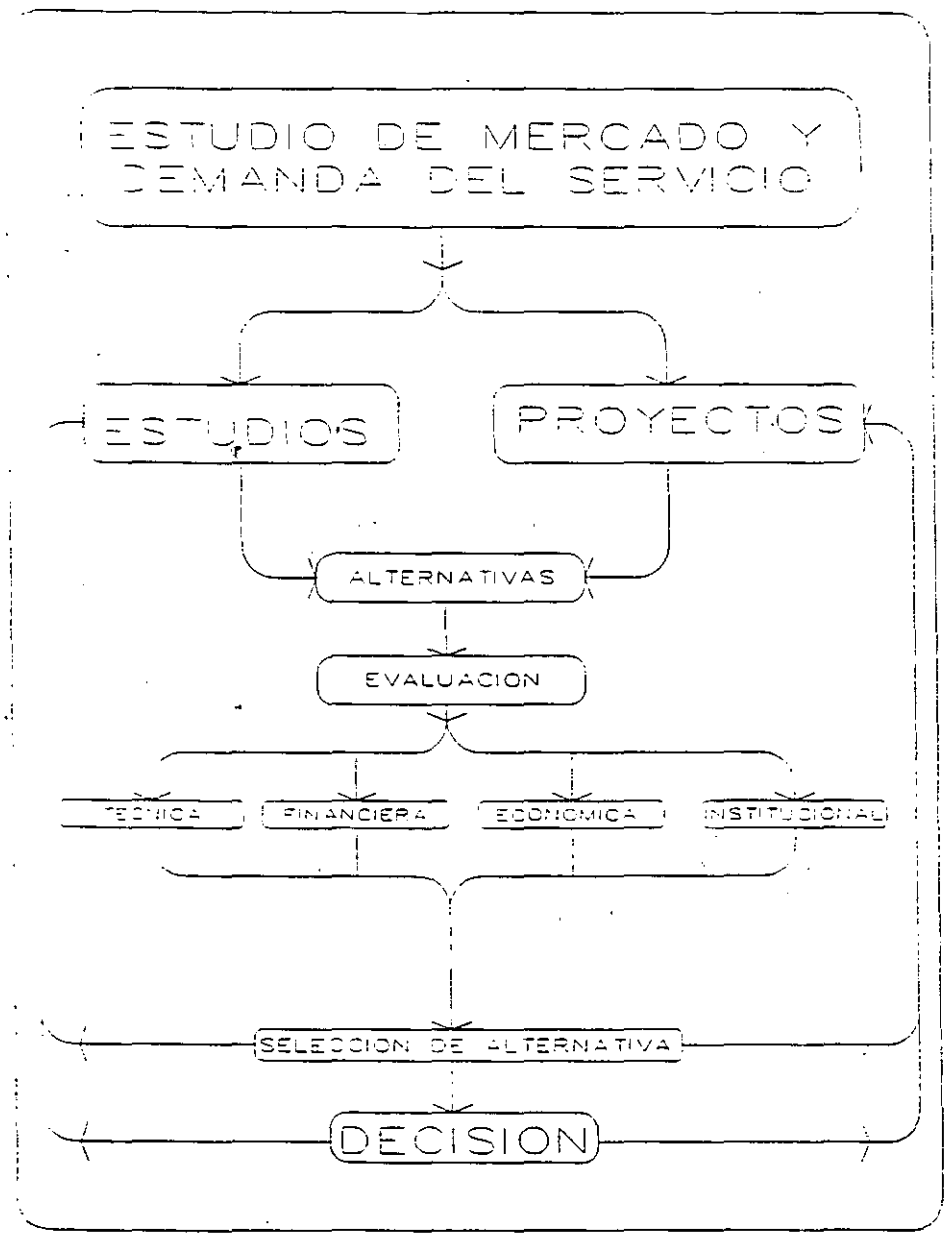


FIGURA 3.4. Etapas del Análisis del Proyecto

Cualquier proyecto tiene repercusiones tanto en la región en la que se va a realizar, como a nivel nacional, la evaluación debe abarcar, estas repercusiones, ya sean directas o indirectamente, estén o no dentro de los lineamientos generales de políticas económicas, a nivel nacional, regional o estatal. Mediante el análisis de costo-beneficio de los distintos diseños posibles de un proyecto se puede seleccionar el que mejor contribuya a los objetivos del desarrollo del país. El análisis detallado de los costos y beneficios a menudo requerirá la solución de problemas difíciles, como es el caso de determinar las consecuencias físicas del proyecto y el modo de valorarlas en términos de los objetivos del desarrollo del país. La evaluación de los conceptos, debe realizarse desde el punto de vista cualitativo y no cuantitativo.

Los costos y beneficios contabilizados están dividos de la siguiente manera:

DIRECTOS: son todos aquellos que obtienen o realizan las distintas organizaciones que participan tanto en la construcción como en la administración del proyecto.

INDIRECTOS: son aquellos que se generan como consecuencia de los indirectos, dentro de una cadena contínua de nuevas ofertas y demandas de servicios y necesidades.

Para este análisis no es posible expresar la factibilidad por medio de un resultado único; es necesario suministrar a cada alternativa en estudio, cierto número de indicadores de factibilidad con el propósito de estimar los efectos de la realización de cada alternativa sobre la actividad de los participantes interesados en el proyecto. Estos indicadores son de naturaleza e importancia variada, según el efecto particular que abarquen y desde el punto de vista del cual se observen; para esto se distinguen dos tipos de indicadores:

INDICADORES CUANTITATIVOS. Que son los efectos susceptibles de ser estimados con precisión de índole financiera (relativos al funcionamiento del propio proyecto), y de indole socio-económica (expresan el punto de vista de la colectividad regional y de los usuarios del proyecto).

INDICADORES CUALITATIVOS. Que son los que presentan restricciones y que comprenden las transferencias de actividad (punto de vista de los transportistas), o de gastos (punto de vista de los usuarios).

Y la evaluación finaliza cuando han sido determinados los indicadores, los que serán utilizados por las autoridades encargadas de tomar las decisiones, en función de las prioridades y opciones presupuestarias que les incumbe definir.

CAPITULO 4

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

El factor más importante en el crecimiento del transporte aéreo es su avance tecnológico, el que ha sido utilizado inmediatamente por las compañías aéreas, con la finalidad de aumentar sus rutas aéreas. Los responsables de planificar aeropuertos tienen la necesidad de diseñar las instalaciones necesarias para no quedarse atrás y adecuarse a las demandas futuras. Los avances en la tecnología de las aeronaves han permitido importantes reducciones en el costo real del transporte aéreo al mismo tiempo que han llevado a grandes mejoras en la actualización de las aeronaves. Las mejoras en velocidad, alcance, precio, comodidad y seguridad han sido los factores que han influído en los altos índices de crecimiento; ésto ha reducido en una tendencia natural de los aeropuertos a adecuarse a los cambios en el diseño y operación de las aeronaves, que tienden a rebajar los costos directos de operación.

Los condicionamientos ambientales, especialmente en las proximidades de los aeropuertos, han dado lugar a compromisos entre el diseño de las aeronaves y el emplazamiento del aeropuerto.

Las aeronaves y los aeropuertos están intimamente relacionados con la capacidad de pista y edificios terminales. Con aeronaves de gran alcance se necesitan grandes carreras de despegue, debido a la gran cantidad de combustible requerido.

Las aeronaves de corto alcance necesitan menor longitud de pista que los de largo alcance, por requerir menor carga de combustible; además, los avances tecnologícos, mediante los que se han alcanzado mayores valores en la sustentación en los despegues y los aterrizajes, permiten una posterior reducción en los requisitos de pista sin mucha repercusión en los costos de operación.

La longitud de pista es solo un factor en que las exigencias de las operaciones y costos de las aeronaves afectan al proyecto del aeropuerto; otro factor es el número de pistas de vuelo necesarias, instalaciones de manejo de carga y el proyecto de calles de rodaje y estacionamiento para aeronaves.

ZONA AERONAUTICA

Al dimensionar la infraestuctura aeroportuaria es necesario conocer las características de funcionamiento y operación, y las normas tanto internacionales como nacionales que rigen la planificación de cualquer aeropuerto. Así como, también conocer los diferentes tipos de aeronaves, clasificaciones, tamaños, alcance, capacidad, etc.

Las normas reglamentan la planificación, construcción, mantenimiento y operación en materia aeroportuaria; por eso la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), ha establecido normas a nivel internacional en lo referente principalmente, a la anchura de pista, clave de refencia de aeródromos, separación entre pistas paralelas, distancias mínimas de separación de las calles de rodaje, margenes de separación en plataformas, dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pistas, etc.

ESPACIO AEREO

El espacio aéreo se clasifica en dos tipos que son el controlado y el libre, donde:

El espacio controlado son áreas de control y áreas de transición desde los 210 mts. (700 pies) sobre el nivel del terreno (agl, above ground level), y en algunas otras aéreas desde los 360 mts. (1200 pies) sobre el nivel del terreno. Para lograr una mejor utilización y seguridad del espacio aéreo se ha destinado un área por encima del nivel de los 4420 mts. (145000 pies) como área de control continental, donde vuelan por encima de esta altitud, las aeronaves del tipo grande.

Las FIGURAS 4.1 y 4.2 indican el Area de Control Continental en altitud y niveles de vuelo IFR Y VFR, con el objetivo de establecer áreas especiales para prohibir o proteger las operaciones en vuelo, entorno de los grandes núcleos aeronáuticos para imponer requisitos operativos especiales a todos los vuelos del espacio aéreo.

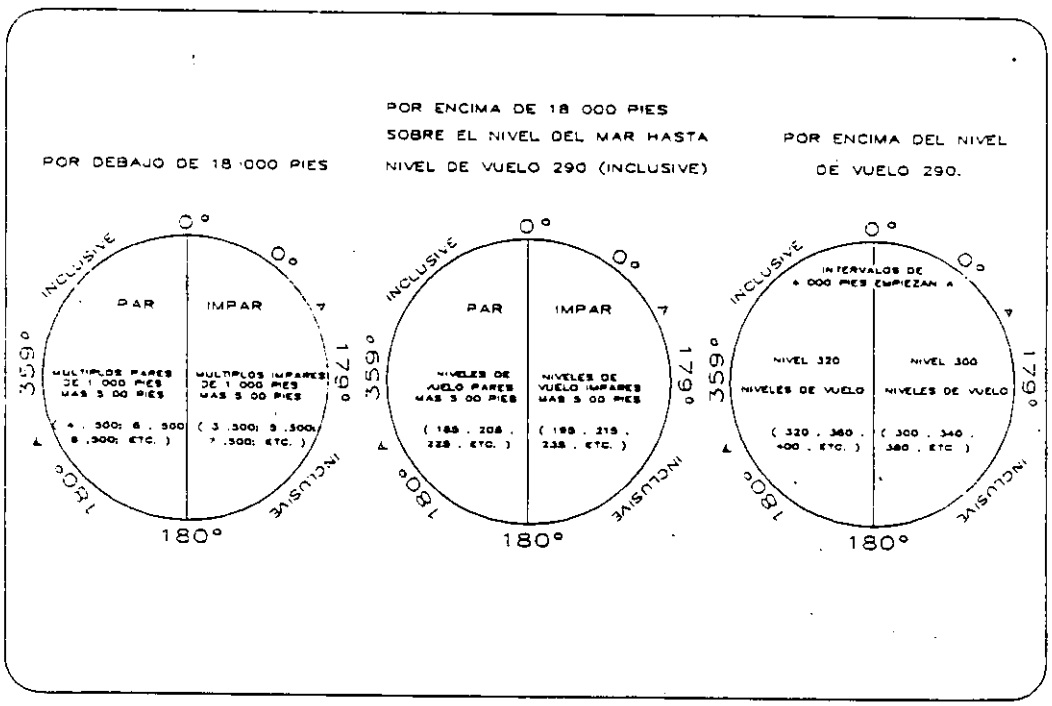


FIGURA 4.1. Altitudes y niveles de vuelo VFR, desde los 900 mts. (3000 pies) o más sobre la superficie, espacio controlado y libre.

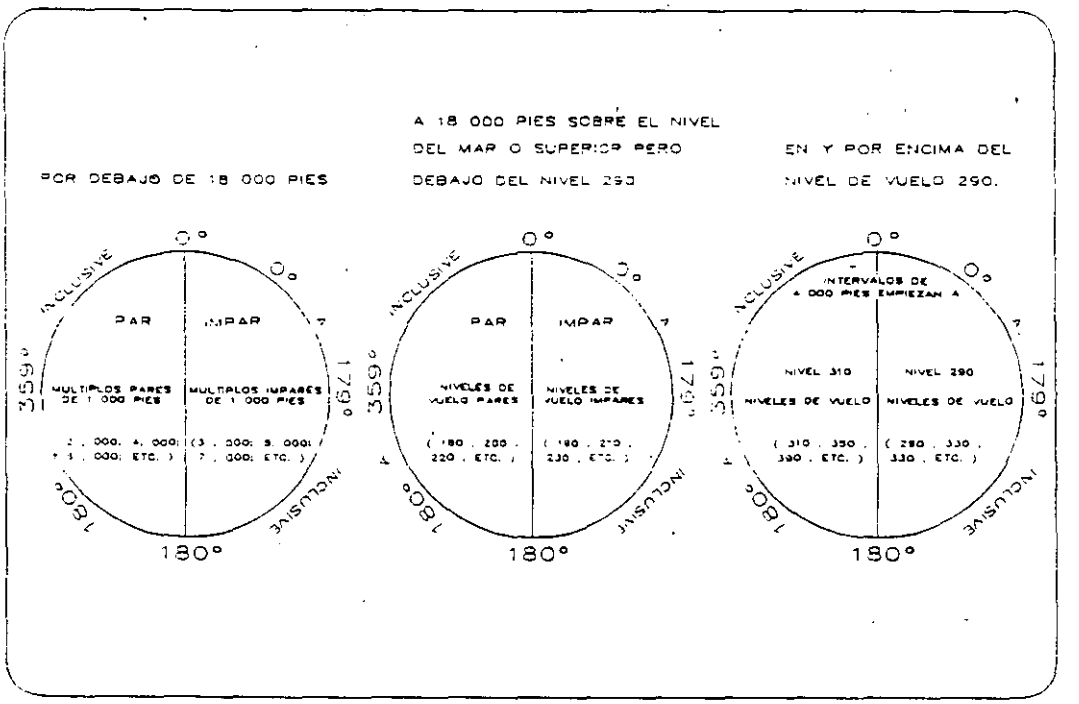


FIGURA 4.2. Altitudes y niveles de vuelo IFR, en el espacio aéreo controlado exterior.

Rutas

Dos factores necesarios del control del tráfico aéreo son la seguridad y la eficacia. La seguridad es la de evitar errores o colisiones dentro del espacio aéreo entre aeronaves, y la eficacia exige que el uso en forma individual del espacio aéreo sea mínima dentro de los límites de la seguridad en lo referente al volumen de movimiento. El ritmo creciente de la tecnología aeronáutica ha obligado a prestar mayor atención a la asignación del espacio aéreo y la compatibilidad entre las aeronaves comerciales y la aviación general.

La determinación de las necesidades de una zona y de las características de los centros de comunicación aérea en cada núcleo de población se efectua, en función del volumen de tráfico o número de pasajeros aéreos que puede generar la misma y de la longitud media del recorrido por usuario. Estos puntos fijan el caracter de cada aeropuerto, y de los tipos de aeronaves a utilizar en el tráfico aéreo, así como las características dimensionales de todas las instalaciones del aeropuerto.

Un estudio, imprescindible de efectuar en cada caso, se lleva a cabo mediante el análisis de los siguientes factores:

Desarrollo aéreo futuro del país, que sirve de guía para el tráfico de la zona.

Proceso evolutivo del tráfico en la misma.

Datos sobre el desarrollo obtenido en otras poblaciones similares, por el establecimiento de un modo de comunicaciones aéreas.

La influencia de la situación geografíca es en ocasiones decisiva, en general una población tendrá tanto más tráfico, cuantos más núcleos urbanos la circunden. Por otra parte, las situaciones de los aeropuertos lejanos a las poblaciones, son causa muchas veces del desvio del tráfico a otros medios de transporte y que varios aeropuertos cercanos en una misma zona no generan tráfico entre si. Por esta razón, es recomendable y económico establecer pequeñas redes dentro de las regiones reservadas a aeronaves ligeras, que concurran en una gran instalación central.

Superficies Limitadoras de Obstáculos

Cuando se define el espacio aéreo de una infraestructura aeroportuaria, este espacio debe de mantenerse libre de obstáculos alrededor de aeropuerto para que puedan efectuarse con seguridad las operaciones de las aeronaves previstas y evitar que los aeropuertos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores. Todo esto se logra mediante una serie de superficies limitadoras de obstáculos que marcan los limites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo, creando así una zona despejada de obstáculos para los vuelos.

En la TABLA 4.1. se definen las superficies libres de obstáculos, necesarias para garantizar que las aeronaves se aproximen y despeguen con seguridad.

	CLASIFICACION DE LAS PISTAS									
	APROXIMACION VISUAL				APROXIMACION QUE NO SEA DE PRECISION			APROXIMACION DE PRECISION		
	NUMERO DE CLAVE				NUMERO DE CLAVE			CATEGORIA I NUMERO DE CLAVE		CATEGORIA II o III NUMERO DE CLAVE
SUPERFICIES Y DIMENSIONES [1]	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
CONICA										
PENDIENTE	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
ALTURA	35 M	55 M	75 M	100 M	60 M	75 M	100 M	60 M	100 M	100 M
HORIZONTAL INTERNA										
ALTURA	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M
RADIO	2000 M	2500 M	4000 M	4000 M	3500 M	4000 M	4000 M	3500 M	4000 M	4000 M
APROXIMACION INTERNA										
ANCHURA	–	–	–	–	–	–	–	90 M	120 M	120 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	–	–	–	–	–	–	–	60 M	60 M	60 M
LONGITUD	–	–	–	–	–	–	–	800 M	800 M	800 M
PENDIENTE	–	–	–	–	–	–	–	2,5 %	2 %	2 %
APROXIMACION										
LONGITUD DEL BORDE INTERIOR	80 M	80 M	150 M	150 M	150 M	300 M	300 M	150 M	300 M	300 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	30 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M
DIVERGENCIA (A CADA LADO)	10 %	10 %	10 %	10 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %
PRIMERA SECCION										
LONGITUD	1600 M	2500 M	3000 M	3000 M	2500 M	3000 M	3000 M	3000 M	3000 M	3000 M
PENDIENTE	5 %	4 %	3,33 %	2,5 %	3,33 %	3%	3 %	2,5 %	2 %	2 %
SEGUNDA SECCION										
LONGITUD	–	–	–	–	–	3600 M[4]	3600 M[4]	12000 M	3600 M[4]	3600 M[4]
PENDIENTE	–	–	–	–	–	2,5 %	2,5 %	3 %	2,5 %	2,5 %
SECCION HORIZONTAL										
LONGITUD	–	–	–	–	–	6400 M[4]	6400 M[4]	–	6400 M[4]	6400 M[4]
LONGITUD TOTAL	–	–	–	–	–	15000 M	15000 M	15000 M	15000 M	15000 M
DE TRANSICION										
PENDIENTE	20 %	20 %	14,3 %	14,3 %	20 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %
DE TRANSICION INTERNA										
PENDIENTE	–	–	–	–	–	–	–	40 %	33,3 %	33,3 %
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO										
LONGITUD DEL BORDE INTERIOR	–	–	–	–	–	–	–	90 M	120 %	120 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	–	–	–	–	–	–	–	d	1800 M[5]	1800 M[5]
DIVERGENCIA (A CADA LADO)	–	–	–	–	–	–	–	10 %	10 %	10 %
PENDIENTE	–	–	–	–	–	–	–	4 %	3,33 %	33,3 %

[1] SALVO INDICACION CONTRARIA, TODAS LAS DIMENSIONES SE MIDEN HORIZONTALMENTE.
[2] LONGITUD VARIABLE
[3] d DISTANCIA HASTA EL EXTREMO DE PISTA SI ESTA DISTANCIA ES MENOR
[4] DISTANCIA HASTA EL EXTREMO DE LA FRANJA

TABLA 4.1. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.

Las FIGURAS 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, indican las características de superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación para las aeronaves con vuelo visual y por instrumentos.

Con estas referencia es posible definir los linderos del aeropuerto y la separación necesaria entre pista y los obstáculos físicos y no naturales construidos por el hombre.

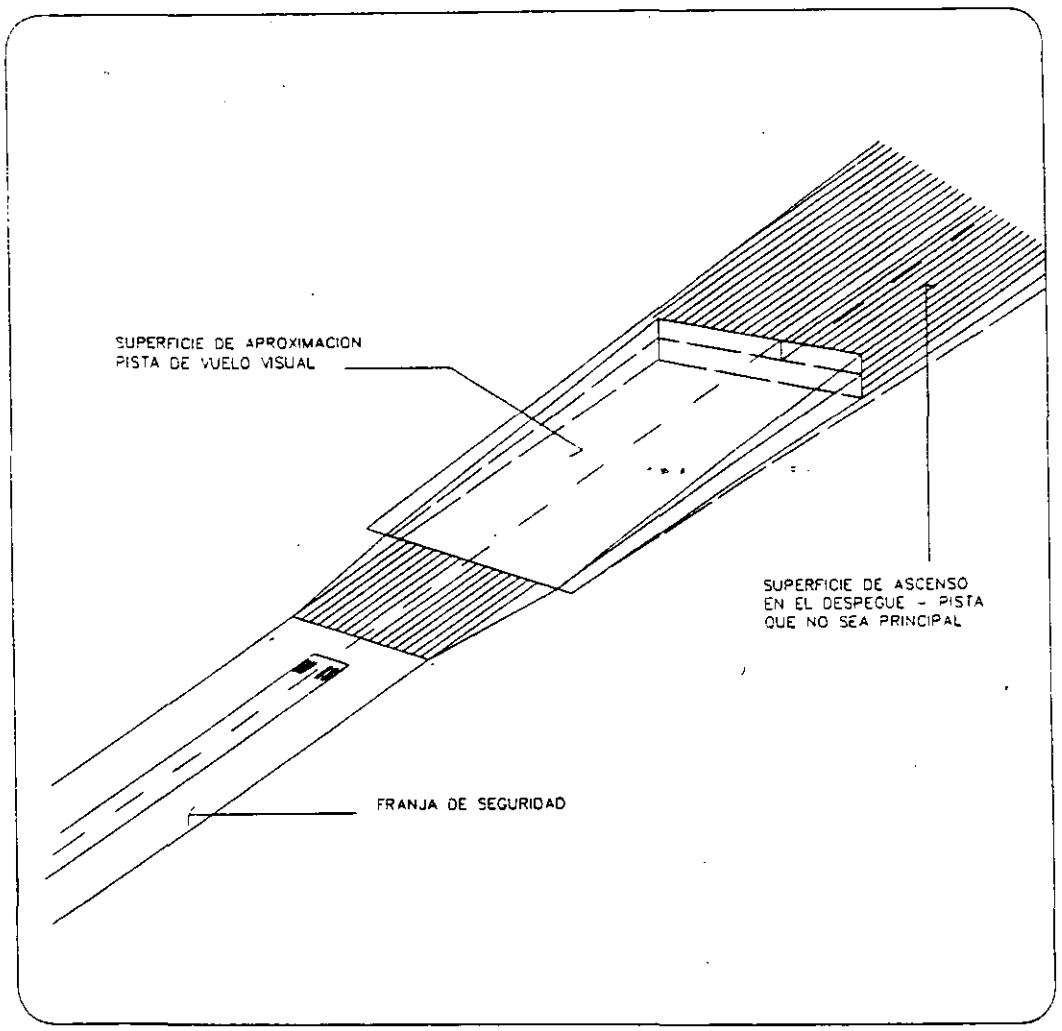


FIGURA 4.3. Superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación con umbral desplazado.

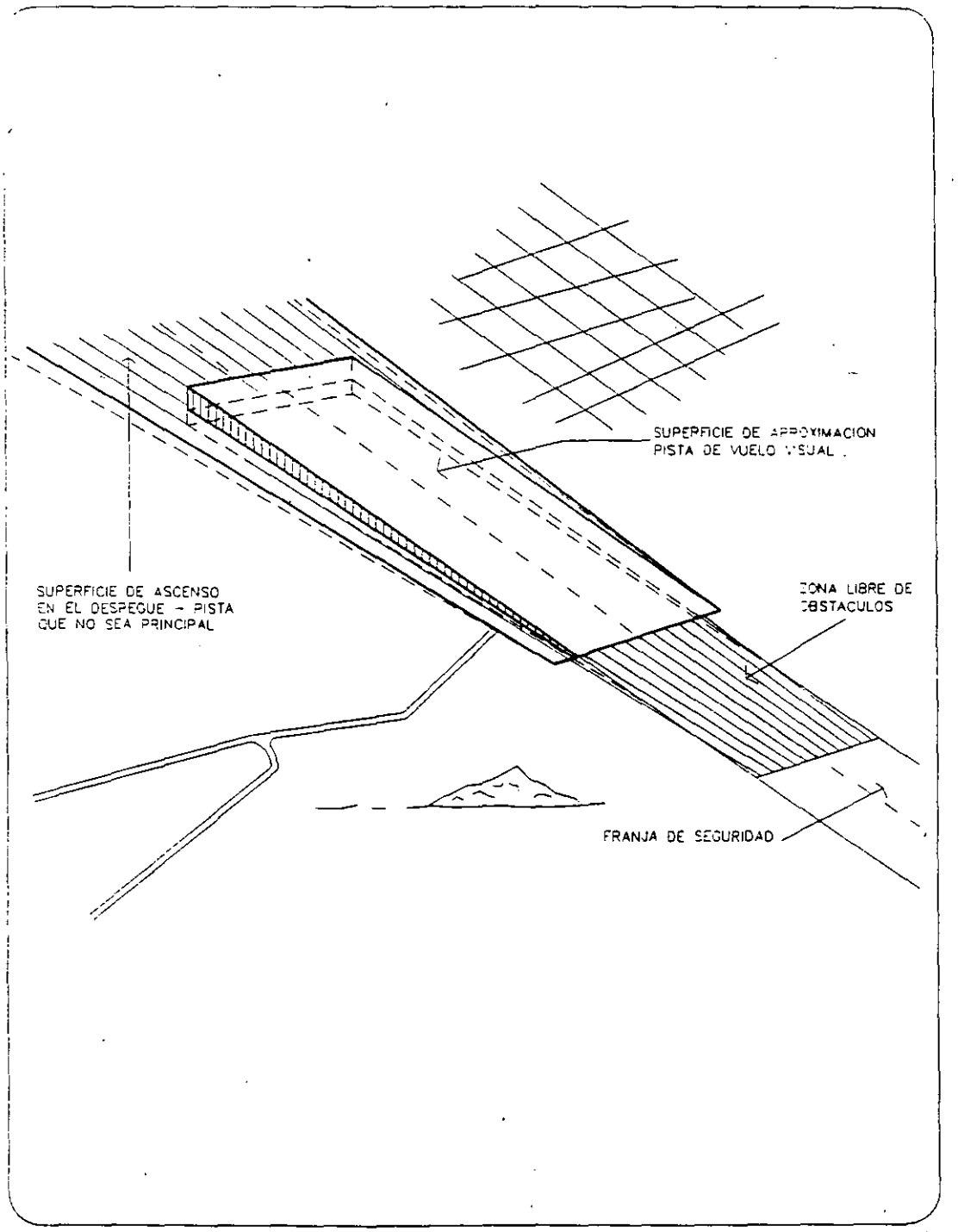


FIGURA 4.4. Superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación con zona libre de obstáculos.

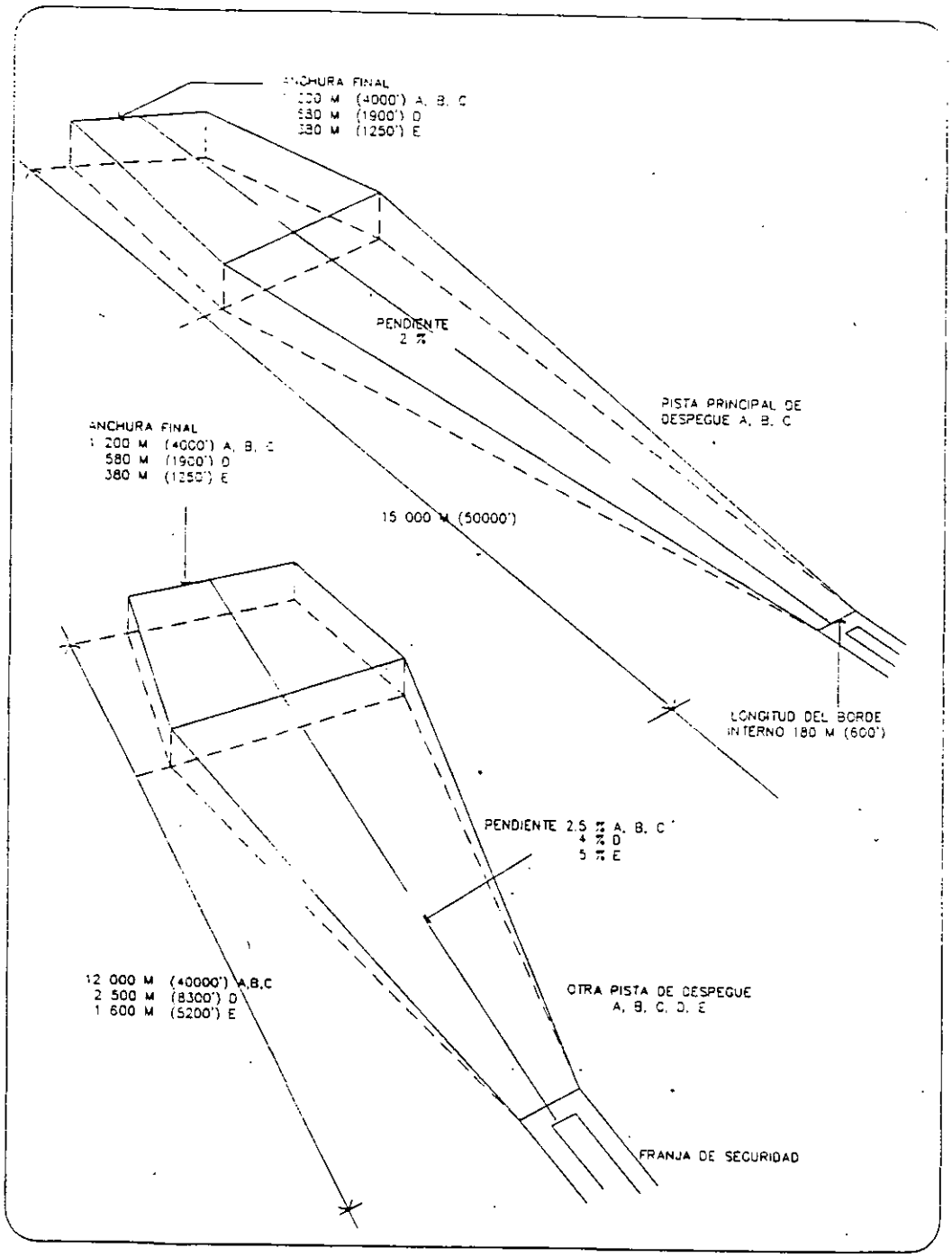


FIGURA 4.5. Superficies de ascenso en el despegue.

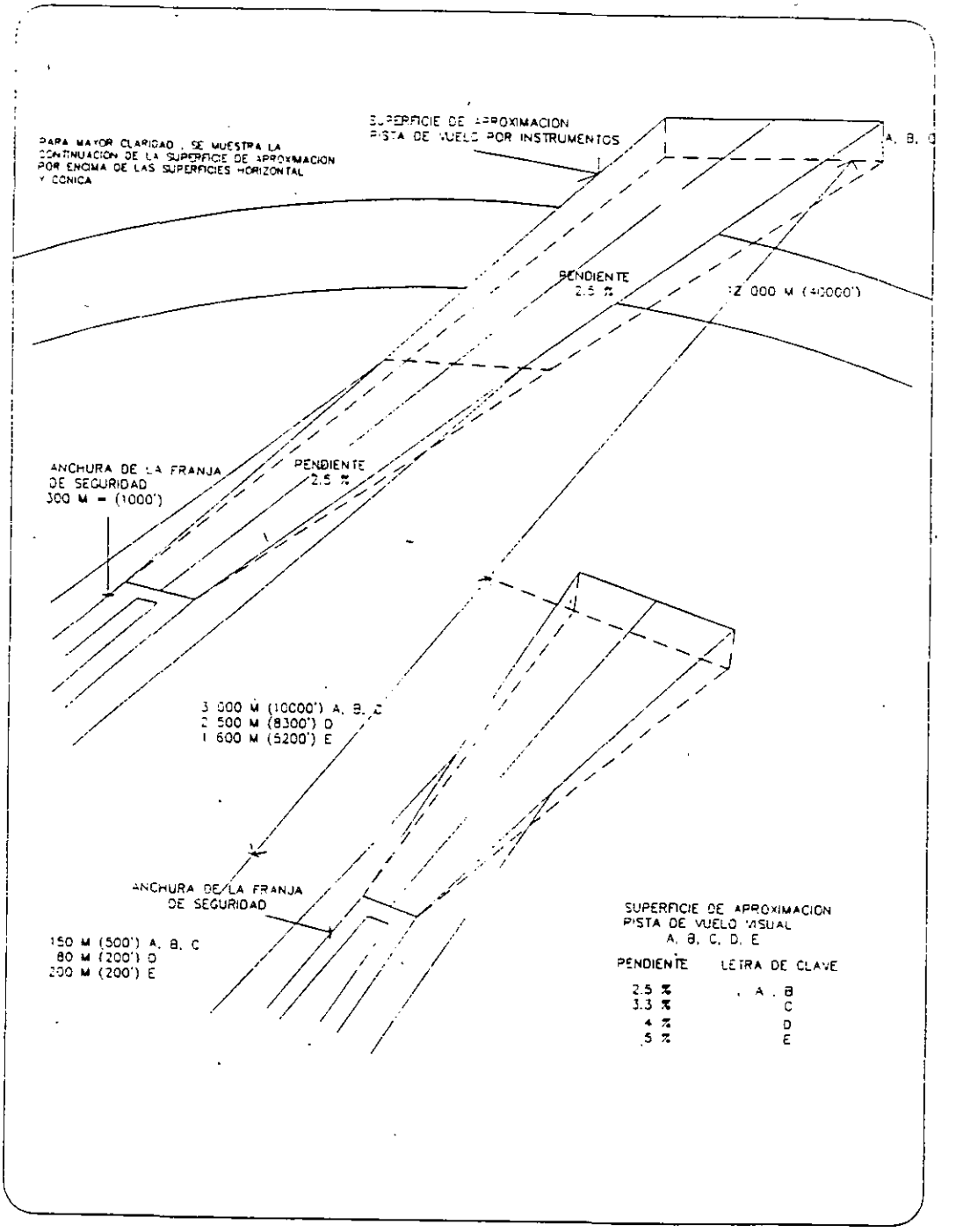


FIGURA 4.6. Superficies de aproximación.

AEROPUERTO

El aeropuerto es la instalación terminal de un transporte aéreo, donde aterrizan y despegan aeronaves, se efectua el proceso de llegada y salida del pasajero que lo utiliza para fines de transportación, se efectua el embarque y desembarque de mercancias por via aérea, y además es la casa de la aeronave, donde se le da abastecimiento y se le efectuan reparaciones necesarias.

El aeropuerto, en todas sus modalidades, con adecuados servicios de tierra y la ordenación y control del tráfico aéreo, son los puntos claves actuales para resolver los problemas de demanda.

El transporte aéreo resulta de la conjugación de tres factores que al mismo tiempo, lo justifican y hacen posible la demanda de tráfico, la oferta del mismo y la existencia de las infraestructuras necesarias (aeropuertos y red de ayudas a la navegación).

NORMAS PARA EL DESARROLLO DE LA ZONA AERONUATICA

Al planificar el desarrollo de la zona aeronáutica es necesario conocer principalmente las normas establecidas por la Organizacion de Aviación Civil Internacional (OACI) por ser las que se usan a nivel internacional, y en caso de existan algunas a nivel nacional y que no han sido integradas a esta organización y sean necesarias para el desarrollo del aeropuerto, se deberan tomar en consideración.

El planificador en el desarrollo de la zona aeroportuaria debe de considerar toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considere necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional y nacional, y a la que de acuerdo con el convenio de la OACI se ajustan a todos los estados contratantes.

Al clasificar el tipo de aeropuerto, así como el tipo de aeronave que opera, el propósito de establecer la clave de referencia es el de proporcionar un método simple para relacionar entre si las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeropuertos, a fin de

suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a las aeronaves que puedan operar en el aerodromo (TABLA 4.2.)

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE		
NUM. DE CLAVE	LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA DE AVION.	LETRA DE CLAVE	ENVERGADURA	ANCHURA EXTERIOR ENTRE RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL *
1	MENOS DE 800 METROS	A	HASTA 15 METROS (EXCLUSIVE)	HASTA 4.5 METROS (EXCLUSIVE)
2	DESDE 800 METROS HASTA 1200 METROS (EXCLUSIVE)	B	DESDE 15 METROS HASTA 24 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 4.5 METROS HASTA 6 METROS (EXCLUSIVE)
3	DESDE 1200 METROS HASTA 1800 METROS (EXCLUSIVE)	C	DESDE 24 METROS HASTA 36 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 6 METROS HASTA 9 METROS (EXCLUSIVE)
4	DESDE 1800 METROS EN ADELANTE	D	DESDE 36 METROS HASTA 52 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 9 METROS HASTA 14 METROS (EXCLUSIVE)
		E	DESDE 52 METROS HASTA 60 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 9 METRO HASTA 14 METROS (EXCLUSIVE)

* DISTANCIA ENTRE LOS BORDES EXTERIORES DE LAS RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL

TABLA 4.2. Clave de referencia de los aeropuertos.

CONDICIONES METEOROLOGICAS GENERALES

Los estudios meteorológicos que se realizan en los aeropuertos tienen como objetivo determinar la variación de los fenómenos atmosféricos en los lugares propuestos, logrando conocer la magnitud de estos y proporcionar datos que auxilien eficazmente a las operaciones del aeropuerto.

La información meteorológica utilizada como apoyo específico para las operaciones aéreas, se encuentra basicamente en los pronósticos de ruta y en los pronósticos del aeropuerto. El pronóstico de ruta describe las variaciones de los parámetros meteorológicos, a lo largo del camino que habrá de recorrer la aeronave para llegar de un lugar a otro. Su información se refiere basicamente a las diversas características de las nubes, precipitaciones, condiciones de congelamiento, turbulencia, vientos y fenómenos atmosféricos que pudieran afectar la trayectoria. Con esta información se integra el mapa del tiempo significativo, del cual se entrega una copia a las tripulaciones de las aeronaves que vayan a volar en la ruta estudiada. Los pronósticos de aeropuertoo, preparados basicamente para el aterrizaje, informan la variación prevista de los parámetros meteorológicos a lo largo del tiempo para el aeropuerto de partida, para el destino, y para los aeropuertos alternos que pudieran usarse en caso de emergencia.

La información básica que permite mantener operativo el servicio meteorológico aeronáutico, se recaba en la red de estaciones climatológicas que existen en los aeropuertos, complementando sus datos con los datos del servicio meteorológico oficial.

La zona de emplazamiento de un aeropuerto debe reunir condiciones metereológicas, cuyo estudio se divide en tres partes:

Condiciones climatológicas generales de la zona.

Consideraciones generales de ruta que afectan la situación del aeropuerto.

Condiciones especiales del lugar elegido del emplazamiento.

La primera marca las condiciones de utilización de todos los lugares situados dentro de la zona, refiriéndose a la climatológia de la misma. De esta manera se obtienen datos de intensidad y frecuencia de dirección de vientos, por medio de diagramas anuales y mensuales llamados rosas de vientos, los recorridos totales, es decir, el producto de la velocidad por el tiempo, temperaturas, presiones y humedad; lluvias y nieves, densidades por meses y alturas de precipitación; nieblas y densidad de ellas, con sus horas más frecuentes; número de días en que las nubes son de altura menor de 200 mts.; probabilidad por meses de formación de tormentas, etc.

En la segunda, a veces un pequeño desplazamiento del aeropuerto dentro de la misma región, puede conducir a mejorar las condicones de la situación del aerodromo, debiendo salir de los lugares de frecuente bruma y de mala visibilidad, originada unas veces por la proximidad de núcleos fabriles y otras por zonas montañosas que con frecuencia se cubren de nubes. Es peligroso que la aeronave tenga que atravesar estas zonas de mala visibilidad al ir perdiendo

altura es estos lugares. Esto también sucede en las proximidades de ríos, a consecuencia de formación de nieblas debidas a la fuerte evaporación que existe.

La tercera, por causas del relieve del suelo pueden modificar las capas de aíre más bajas, variando en parte la meteorológia común a toda la zona. Se producen por este motivo corrientes ascendentes y descendentes y variación en las direcciones del viento, que habrá que tener en cuenta, porque las primeras pueden producir efectos peligroso en las operaciones de aterrizaje y despegue, y en general en todas las maniobras a poca altura, y las segundas produciran un cambio de orientación en las pistas. Los principales efectos que se producen por las variaciones del relieve del suelo son las siguientes:

Influencia de una cadena montañosa sobre el viento, una cadena montañosa con fuertes escarpes, origina además de aumentos, que a veces llega a un 25 %, torbellinos, lo que harán peligrosas algunas zonas (FIGURAS 4.7 y 4.8.).

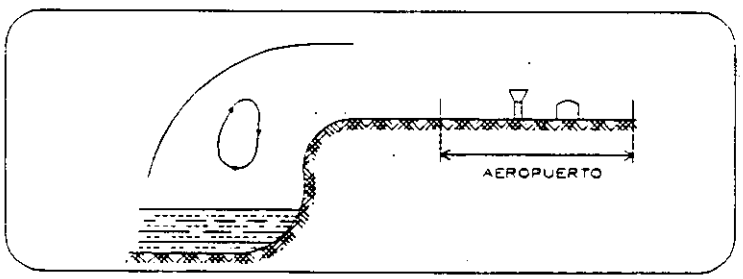


FIGURA 4.7. Efectos que se producen por variaciones del relieve del suelo.

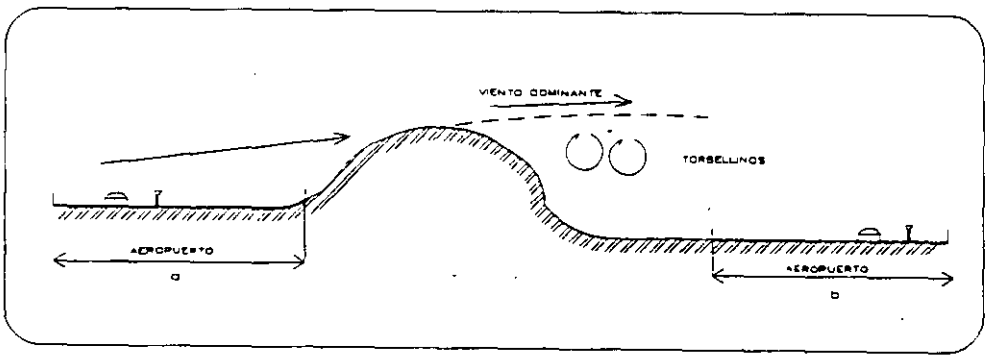


FIGURA 4.8. Influencia de una cadena montañosa sobre el viento.

En los valles se establecen corrientes que de día remontan las laderas por efecto del calentamiento de las mismas, ocurriendo lo contrario por la noche. Si estos tienen estrechamientos fuertes se producen aumentos de velocidad, corrientes verticales y torbellinos horizontales y verticales, si por el contrario, existen ensanchamientos, pueden producirse por efecto térmico, corrientes muy intensas. Si el viento sopla en dirección normal a la del valle, se pueden producir fuertes turbulencias (FIGURAS 4.9 y 4.10).

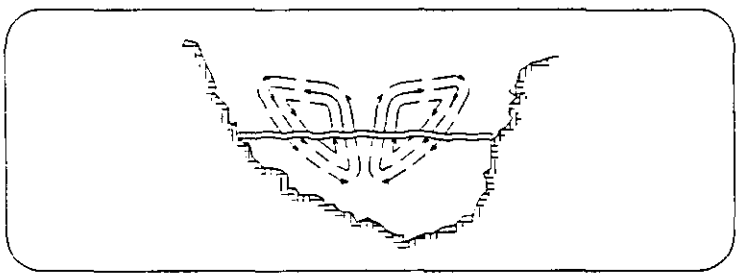


FIGURA 4.9. Influencia de los valles sobre las corrientes de aire en la noche.

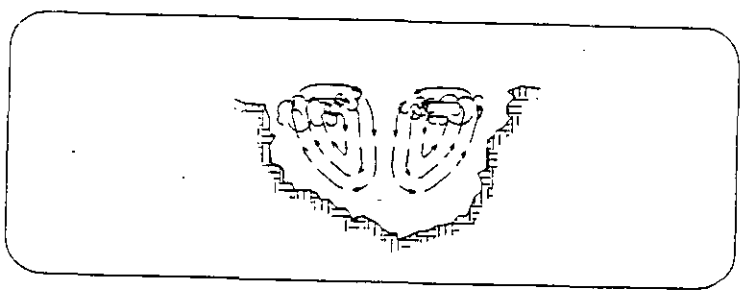


FIGURA 4.10. Influencia de los valles sobre las corrientes de aire por la noche.

El relieve favorece la formación de nubes en aquellos sitios donde existen grandes turbulencias, formándose nieblas en los valles estrechos, en que las corrientes de aíre dan lugar a rafagas ascendentes y descendentes, como lo muestra la FIGURA 4.11. Y en las mesetas próximas a los valles existe el peligro de nubes bajas muy frecuentes (FIGURA 4.12).

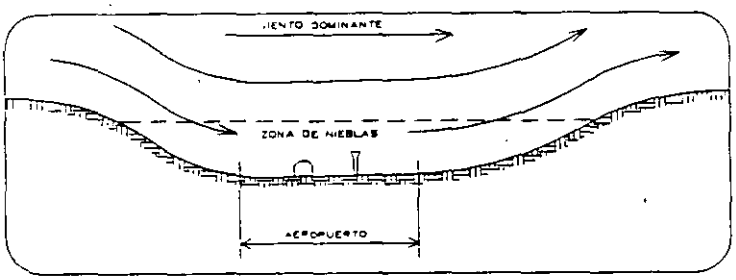


FIGURA 4.11. Influencia del relieve en la formación de nubes.

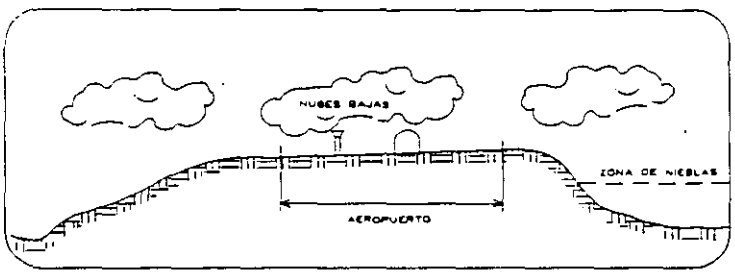


FIGURA 4.12. Influencia del relieve en la formación de nubes bajas.

Las cadenas montañosas fijan las nubes a barlovento aun con vientos fuertes, por resultar favorecidas por las corrientes ascendentes, ocurriendo lo contrario a sotavento; y cuando estas cadenas fraccionan un frente frío (FIGURA 4.13) o caliente (FIGURA 4.14) se producen las mayores lluvias a barlovento. En las proximidades de las costas y debido a las corrientes de aire, aumenta la nubosidad en tierra durante el día y en el mar durante la noche.

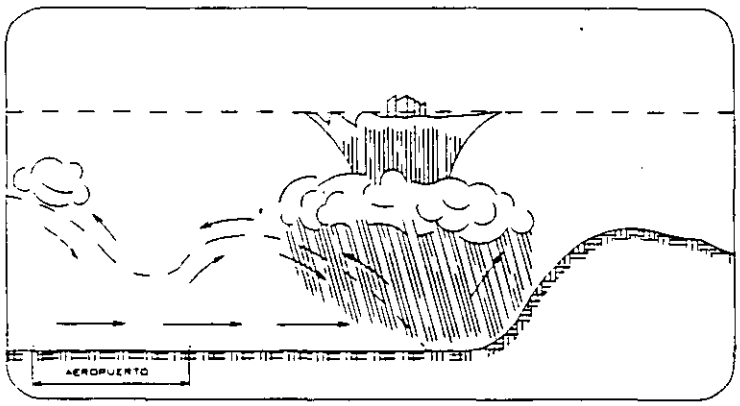


FIGURA 4.13. Influencia de las cadenas montañosas con frente frío.

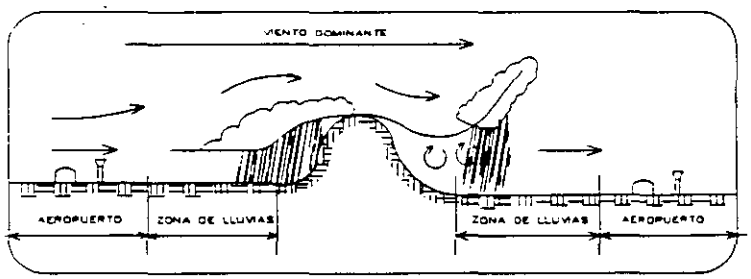


FIGURA 4.14. Influencia de las cadenas montañosas con frente caliente.

La altura de condensación o de formación de nubes por fenómenos convectivos, son la mayoria de las veces decisivos para el estudio de emplazamientos de aeropuertos. La falta de un techo mínimo de altura de nubes, obliga en la mayoria de los casos a hacer prohibitivo el acceso al aeropuerto; aun con las más precisas instalaciones para acceso con vuelo instrumental (I.L.S.), con las que se comienza a practicar aterizajes normales con visibilidad horizontal nula o categoría III, como lo muestra la FIGURA. 4.15.

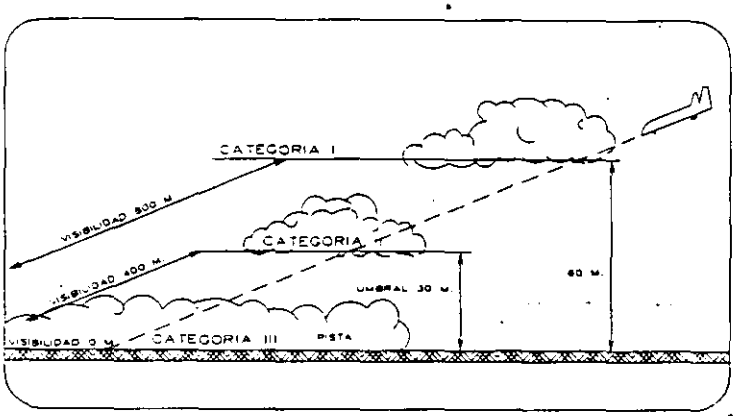


FIGURA 4.15. Categorías en operación de aterrizaje con I.L.S.

Temperatura

Mucho antes de que un aeropuerto sea una realidad operante, cuando apenas se tiene considerado el desarrollo de una terminal aérea y se ha llegado a determinar el sitio para su probable y futura construcción, deben de llevarse a cabo estudios que permitan conocer su entorno físico, con la anticipación necesaria, para que, cuando llegue el momento de la toma de decisiones, se cuente con los suficientes elementos que permitan el óptimo desarrollo del proyecto y sus obras.

Los tres elementos básicos del tiempo atmosférico son el sol, el viento y el agua; el primero suministra la energía que impulsa la masa atmosférica, produciendo como consecuencia los vientos y el oleaje en el mar, evapora el agua, origina las lluvias, etc.

Los fenómenos más importantes para un aeropuerto son: el viento, temperatura, lluvia, humedad, techo y visibilidad, cuyos datos son recopilados por estaciones meteorológicas instaladas en sitios más apropiados para llevar a cabo su fin. En el trabajo de gabinete se traducen a cifras y lenguajes los datos proporcionados por las estaciones, para posteriormente ser analizados de acuerdo a normas establecidas para conocer su magnitud, así como sus consecuencias en las partes que integran el aeropuerto que se está estudiando o proyectando.

Los datos del fenómeno natural que es la temperatura en la zona de emplazamiento de un aeropuerto son muy importantes para el planificador al efectuar el cálculo de la longitud de pistas, en la selección de materiales para la construcción de pistas, plataformas, rodajes y accesos en general, y en el cálculo del aíre acondicionado. Estos datos se obtienen de la lectura horaria en grados centígrados de la parte respectiva de las gráficas del higrotermógrafo, seleccionando las temperaturas máximas y mínimas diarias, calculando los promedios mensuales y anuales de temperaturas medias, mínimas y máximas.

Rosa de Vientos Directos

Debido a las obvias ventajas que tiene el aterrizar y despegar una aeronave en contra del viento, las pistas deben ser orientadas en el sentido de los vientos dominantes. Las aeronaves no pueden maniobrar con seguridad en una pista de vuelo cuando el viento da una componente grande, normal a su trayectoria. El estudio de las frecuencias e intensidades de vientos se efectua por medio del diagrama de vientos, que consiste en una rosa de 4, 8 o 16 direcciones, en cuyos radios se toman longitudes proporcionales al número de horas que ha soplado el viento en la dirección del radio, tomando esta de fuera al centro de la rosa. Estos diagramas pueden ser mensuales o anuales, siendo estos últimos lós que se utilizaran para la orientación de las operaciones de acceso directo.

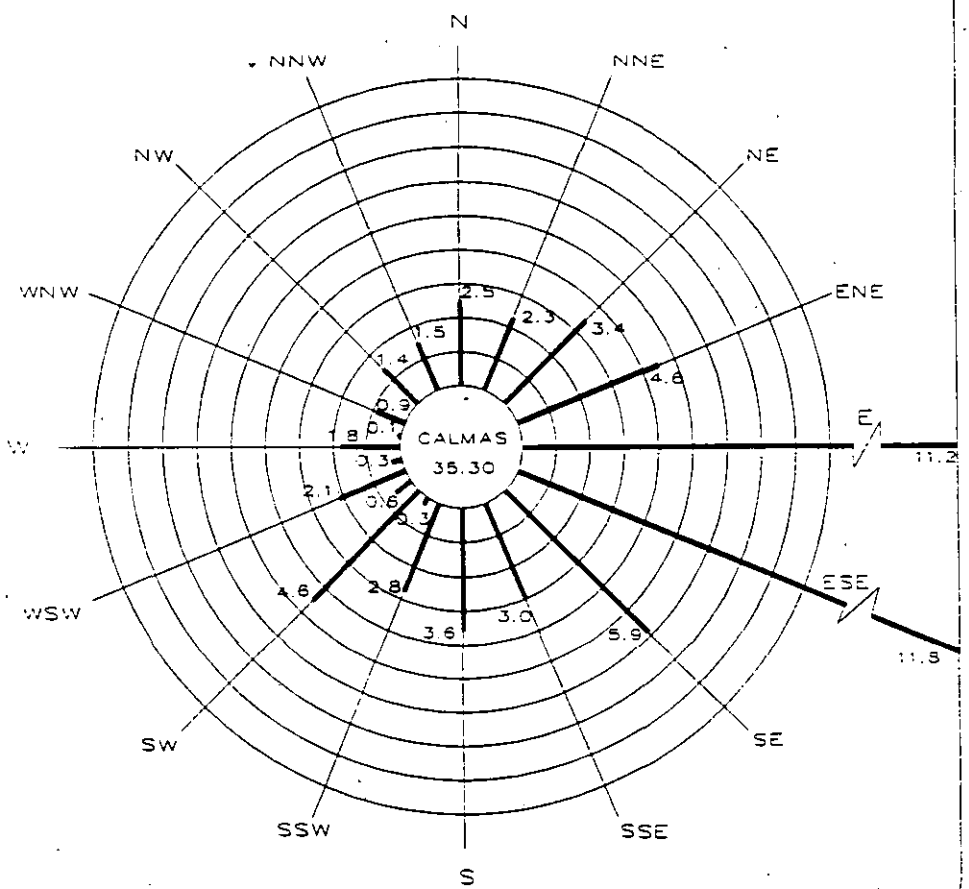
Para el análisis de la rosa de vientos directos es necesario elaborar una tabla de vientos directos empleando para esto la rosa de vientos directos (FIGURA 4.16) y una plantilla en forma de moño (FIGURA 4.17), cuya abertura ángular es de 45º; este ángulo se basa en especificaciones de la

Federal Aviatión Agency (FAA) para aeronaves y es al ángulo máximo que el viento puede formar con la trayectoria de vuelo (viento directo).

TABLA DE PORCENTAJE DE VIENTOS DIRECTOS CUBIERTOS EN CADA UNA DE LAS DIRECCIONES DE PISTA INDICADAS

DIRECCION DE LA PISTA											
% CALMAS Y DE 0 A 3 MILLAS/HORA											
% VIENTOS											
TOTAL											

PERIODO DE OBSERVACIONES DEL MES DE
DE AL MES DE DE



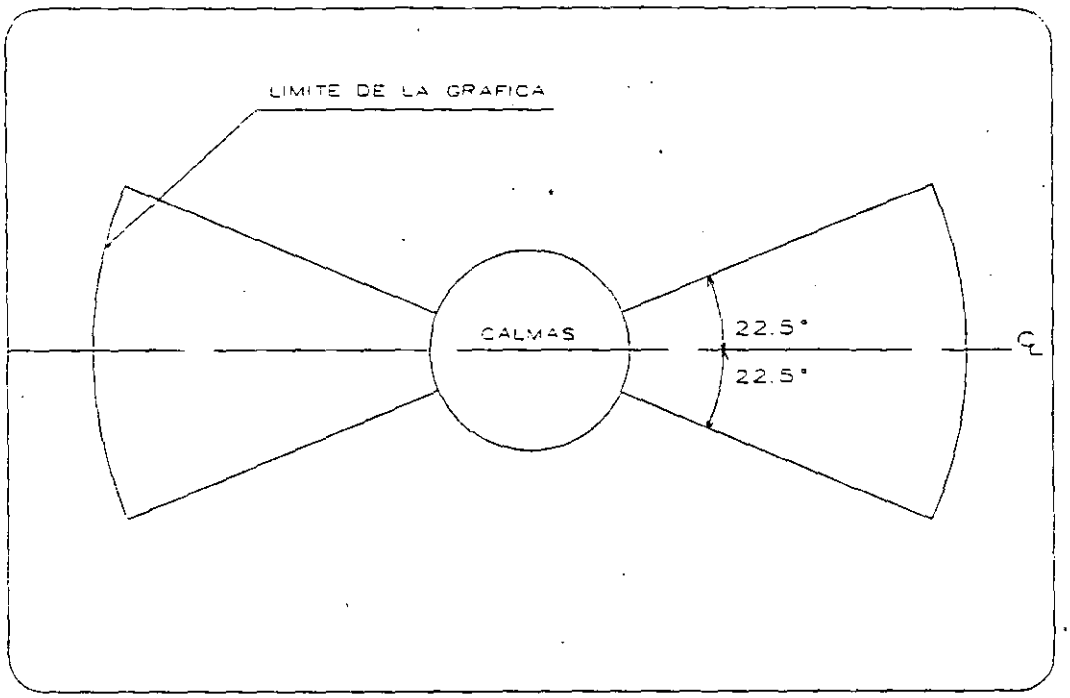


FIGURA 4.17. Plantilla para vientos directos.

Rosa de Vientos Cruzados

El análisis de la rosa de vientos cruzados se elabora a partir de dicha rosa, una plantilla rectángular que representa 30 millas/h medidas a la misma escala de la rosa con longitud igual al diámetro máximo de la misma rosa (FIGURAS 4.18 y 4.19).

TABLA DE PORCENTAJES DE VIENTOS MAYORES DE 15.0 MILLAS/HORA											
DIRECCION DE LA PISTA											
% CALMAS Y DE 0 A 3 MILLAS/HORA											
% VIENTOS DE 3.1 A 15 MILLAS/HORA											
% VIENTOS DE 15.1 A 30 MILLAS/HORA											
% VIENTOS MAYORES DE 30 MILLAS/H											
% TOTAL CUBIERTO											

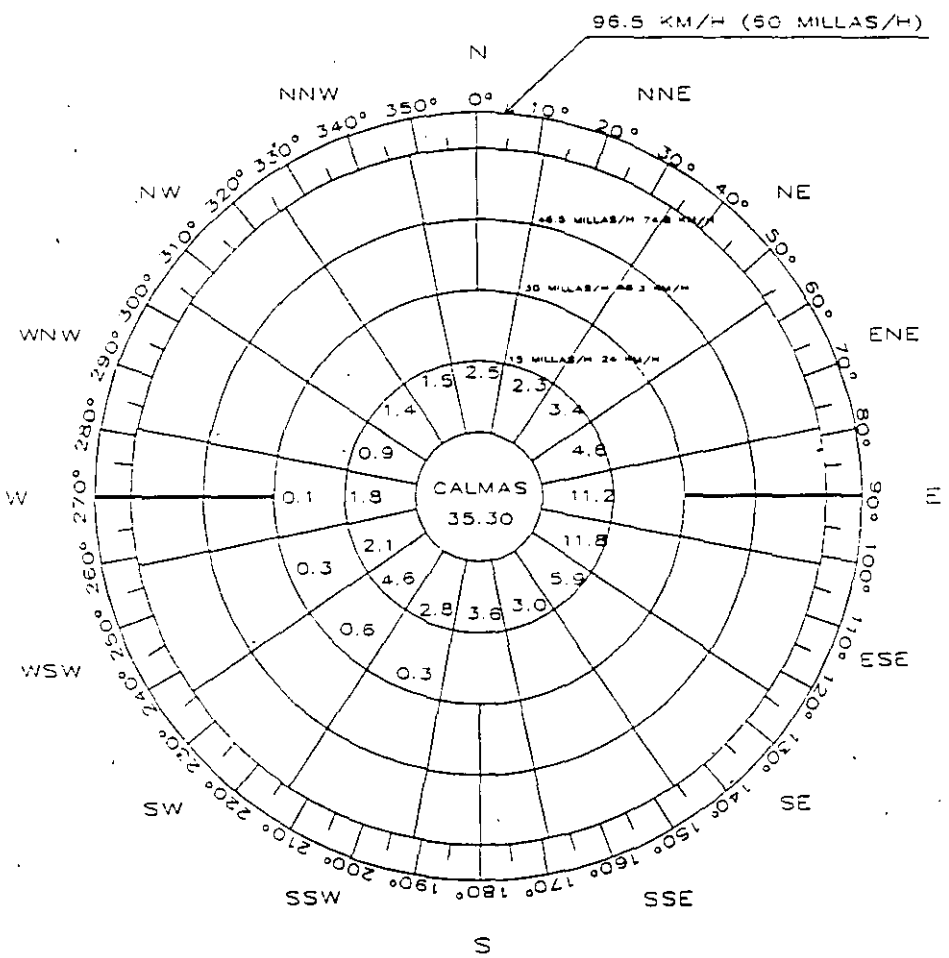


FIGURA 4.18. Rosa de vientos para vientos cruzados.

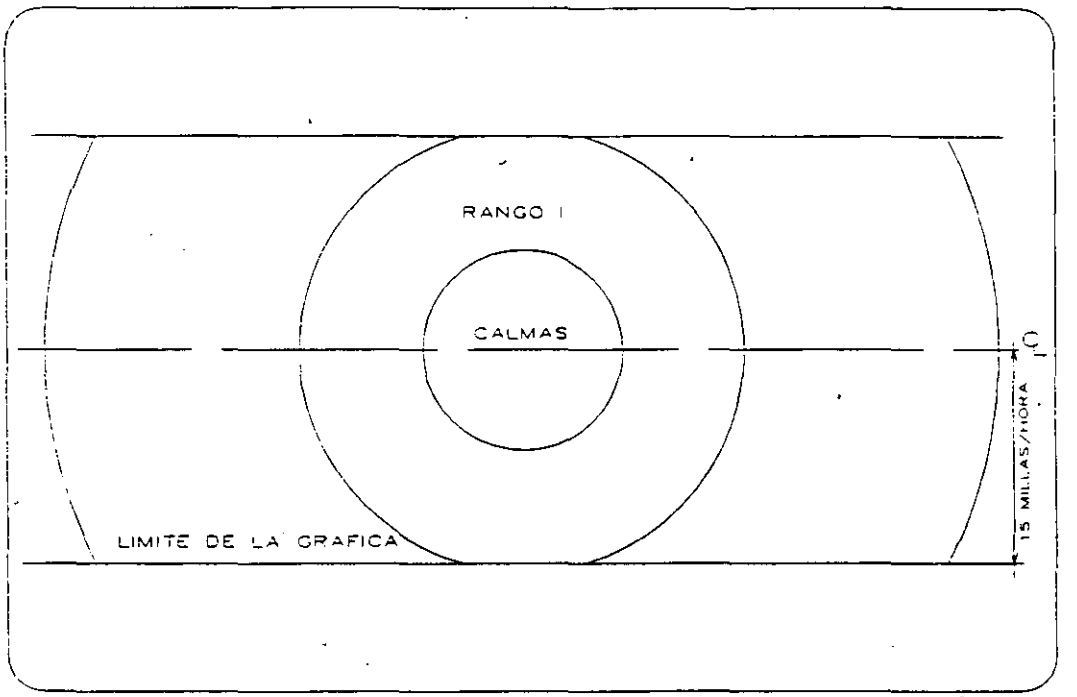


FIGURA 4.19. Plantilla para vientos cruzados.

PISTAS

Las características de las aeronaves que utilizan un aeropuerto tienen un gran efecto en la capacidad de un sistema de pistas de vuelo, así como en la de las instalaciones de despacho de los usuarios en el edificio terminal. Todo aeropuerto debe responder a una forma que este de acuerdo con las necesidades del mismo; la más adecuada es la que permite el aterrizaje y despegue de aeronaves en las condiciones más desfaborables (cualquier dirección y sin vientos).

La capacidad de una pista de vuelo dada, en condiciones meteorológicas y procedimientos de control determinados, depende del tamaño medio de las aeronaves y de la mezcla de tipos de aeronaves que usan la pista. La variación de capacidad debido a la mezcla de aeronaves se debe a la diferencia en las velocidades de aproximación y despegue entre las diferentes aeronaves y los torbellinos generados en la estela de las grandes aeronaves. La capacidad de una pista, expresada en operaciones por hora, es función del tamaño de las aeronaves.

a capacidad de una pista de vuelo es generalmente, el elemento del control de la capacidad del aeropuerto. Existe un gran número de factores que influyen sobre la capacidad de una pista de vuelo, y estan relacionadas con el control del tráfico aéreo, las características de la demanda, las condiciones del entorno en la proximidad del aeropuerto y la disposición y configuración del aérea de maniobra.

El factor dominante en el control del tráfico aéreo que afecta a la capacidad es la separación horizontal mínima permisible en las proximidades de un aeropuerto; puesto que no se permite que dos aeronaves estén en la pista de vuelo simultaneamente, el tiempo de ocupación de la pista de vuelo también puede influir sobre la demanda. Otros factores son los siguientes:

La longitud del tramo común desde la entrada en la senda del Sistema Instrumental de Aterrizaje (Ils, Instrument Landing System) hasta el umbral, que es normalmente de 7.4 a 15 km.(4 a 8 millas).

La estrategía empleada por los controladores en la sucesión de aeronaves que vuelan a diferentes velocidades.

La posibilidad de violación del arreglo de separación, reconociendo que no es posible mantener con precisión y en todo momento la separación recomendada.

La sofisticación de los sistemas de control de tráfico aéreo que afectan la precisión con la que las aeronaves pueden ser situadas en el portal del ILS, y la habilidad para monitorizar las velocidades de las aeronaves y detectar su posición y movimientos.

La capacidad de una pista de vuelo depende del tamaño de los aviones, velocidad, maniobrabilidad, capacidad de frenado, así como la técnica del piloto. El efecto del tamaño de la aeronave se refleja tanto en el fenómeno de los torbellinos de punta de ala como en las diferentes velocidades de aproximación y toma de contacto; debido a la diversidad de velocidades de aproximación, han de concederse márgenes de seguridad para garantizar que no se vulneren las separaciones mínimas en ningún punto de la trayectoria de aproximación. La velocidad de toma de contacto, la capacidad de frenado y la maniobrabilidad en tierra afectan

al tiempo de ocupación de pista de vuelo en el aterrizaje, lo cual, a su vez, determina el momento en que puede autorizarse un despegue. Otra característica de la demanda, que puede afectar significativamente a la capacidad de la pista de vuelo, es el porcentaje de aterrizajes sobre el total de operaciones.

Los factores del entorno más importantes que influyen sobre la capacidad de una pista de vuelo son la visibilidad, las condiciones de la superficie de la pista, los vientos y los procedimientos para la reducción de ruidos. En condiciones de mala visibilidad, los pilotos y los controladores del tráfico aéreo se hacen cautelosos, las separaciones aumentan y se incrementan los tiempos de ocupación de pista de vuelo, con vientos transversales son menos aptas para su uso; una pista o un sistema de pistas de vuelo puede cerrarse al tráfico aéreo cuando la visibilidad es extremadamente reducida. Analogamente, una pista mojada o resbaladiza puede ser causa de mayores distancias de deceleración y mayores tiempo de ocupación de pista. Las grandes nevadas o la acumulación de hielo suponen el cierre de la pista de vuelo.

Para el planificador y el proyectista de un aeropuerto, el diseño y configuración de un emplazamiento incluye la mayoría de factores principales que afectan la capacidad de la pista,. Cuando ha de incrementarse la capacidad del aeropuerto para atender una demanda futura,ambos elementos deben de considerar las mejoras en el diseño y configuración del sistema pista-calles de rodaje, constituido por:

El número, separación, longitud y orientación de la pista o pistas.

El número, situación y trazado de las calles de rodaje.

El trazado de entradas a la plataforma.

Clasificación

Las pistas son áreas rectangulares definidas en un aeropuerto, empleadas para el aterrizaje y despegue de aeronaves, clasificándose de la siguiente manera:

PISTA DE VUELO VISUAL. Destinada a las operaciones de aeronaves que utilizan procedimientos visuales para la aproximación.

PISTA DE VUELO POR INSTRUMENTOS. Destinada a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos, dividiendo esta pista en:

PISTA PARA APROXIMACIONES POR INSTRUMENTOS. Es la pista por instrumentos servida por ayudas visuales y una ayuda no visual que proporciona por lo menos guía direccional adecuada para la aproximación directa.

PISTA PARA APROXIMACIONES DE PRECISION DE CATEGORIA I. Es la pista por instrumentos servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y por ayudas visuales destinadas a operaciones hasta una altura de decisión de 60 mts. (200 pies) y un alcance visual en la pista del orden de 800 mts. (2600 pies).

PISTA PARA APROXIMACIONES DE PRECISION DE CATEGORIA II. Es la pista por instrumentos servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y ayudas visuales destinadas a operaciones hasta una altura de decisión de 30 mts. (100 pies) y un alcance visual en la pista del orden de 400 mts. (1200 pies).

PISTA PARA APROXIMACIONES DE PRECISON DE CATEGORIA III. Es la pista por instrumentación servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma, destinada a operaciones hasta un alcance visual en la pista (VFR) del orden de 200 mts. (700 pies) sin altura de decisión aplicable utilizando ayudas visuales durante la fase final del aterrizaje, operaciones hasta un alcance visual en la pista (VFR) del orden de 50 mts. (150 pies) sin altura de decisión aplicable utilizando ayudas visuales para el rodaje, y a operaciones en la pista y calles de rodaje sin depender de referencias visuales.

Aproximación Visual

El tráfico aéreo se puede realizar bajo reglas de vuelo visual (VFR, Visual Flight Rules) o de vuelo instrumental (IFR, Instrument Flight Rules), dependiendo de las condiciones meteorológicas así como del emplazamiento y altitud de las trayectorias de vuelo. Las operaciones VFR se realizan cuando las condiciones atmosféricas permiten volar a las aeronaves en contacto visual con el suelo o con otras aeronaves y cuando la densidad de tráfico aéreo es suficientemente bajo como para permitir al piloto depender más del contacto visual que de la lectura de sus instrumentos.

En las pistas de vuelo visual las necesidades relativas a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista de la pista (despegue y aterrizaje y tipo de aproximación), en lo referente a la superficie cónica, superficie horizontal interna, superfice de aproximación y superficie de transición (FIGURAS 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6). Las alturas y pendientes de las superficies no deberán ser superiores, ni sus otras dimensiones inferiores a las que se especifican en la TABLA 4.1.

Aproximación por Intrumentos

Existen condiciones de vuelo instrumental (IFR) cuando la visibilidad o el techo de nubes queda por debajo de lo establecido para operaciones VFR, o cuando lo requiere la densidad del tráfico aéreo. El control del tráfico positivo se lleva acabo siempre en condiciones IFR y en áreas prefijadas; la responsabilidad de mantener la distancia de seguridad entre las aeronaves se transfiere al controlador de tráfico aéreo.

En las pistas para aproximaciones por instrumentos o para aproximaciones de precisión de categoría es necesario considerar también las superficies de obstáculos (TABLA 4.1, y FIGURAS 4.3 a 4.6).

Para el caso de la sección horizontal de la superficie de aproximación, esta será horizontal a partir del punto en el que la pendiente de 2.5 % corta a un plano horizontal a 150 mts. (500 pies) por encima de la elevación del umbral, o el plano horizontal que pasa por la parte superior de cualquier objeto que determine el límite de franqueamineto de obstáculos, tomando el que sea más alto.

Configuración

Los aeropuertos del mundo se caracterizan por su variedad de configuraciones, que van desde los campos o franjas de terreno virtualmente naturales hasta las complejas configuraciones de pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas capaces de acomodar más de 2000 movimientos de aeronaves diarias y de servir de 20 a 30 millones de pasajeros anualmente.

El esquema de un aeropuerto debe ser adecuado a la forma y superficie del terreno disponible. Debe tener pistas de vuelo en número suficiente para satisfacer la demanda del tráfico aéreo. Las pistas de vuelo deben estar orientadas para aprovechar los vientos dominantes y deben alejarse de los obstáculos de la navegación aérea. El esquema de un aeropuerto debe ofrecer áreas de estacionamiento suficientes para las aeronaves y aparcamiento para los automoviles, así como espacio para el manejo de la carga y del equipaje, almacenes, mantenimiento de aeronaves y servicios. La configuración debe permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves y de los vehículos de transporte de superficie.

Existe una gran cantidad de configuraciones de pistas de vuelo; sin embargo. La mayor parte de los sistemas de pistas de vuelo están dispuestos según alguna de las siguientes configuraciones básicas, como lo muestra la TABLA 4.3.

Donde el:

ESQUEMA A. Es la configuración de pistas más sencilla por ser una sola; aquí la capacidad varía ampliamente con la mezcla de aeronaves en condiciones bajo las REGLAS DE VUELO VISUAL (VFR, VISUAL FLIGHT RULES), la capacidad es de 51 a 98 operaciones hora, y en condiciones bajo las REGLAS DE VUELO INSTRUMENTAL (IFR, INSTRUMENT FLIGHT RULES), la capacidad varia de 50 a 59 operaciones hora.

ESQUEMA B. Es una configuración IFR dependiente, o sea, en condiciones de vuelo instrumental las operaciones en una pista están supeditadas a las operaciones en la otra, a consecuencia de que la operación simultánea esta permitida en condiciones VFR pero no en condiciones IFR. Este esquema proporciona casi el doble de capacidad que una pista de vuelo única con sistema VFR.

ESQUEMA C. Pistas de vuelo con una separación de 1300 mts. (4300 pies), es una configuración independiente IFR; este esquema permite aproximaciones instrumentales de precisión simultáneas. Las variaciones de este esquema son la configuración de pistas de vuelo paralelas, que resultan al considerar las diferentes posiciones relativas del edificio respecto de las pistas de vuelo. Una disposición frecuente es situar las instalaciones terminales a un mismo lado de las pistas de vuelo. Esta disposición presenta el inconveniente de que las aeronaves han de cruzar una pista de vuelo en servicio.

ESQUEMA D. Representa un sistema de pista de vuelo doble más una tercera cruzada para vientos transversales.

ESQUEMA E. Cuando los vientos dominantes tiene un mismo sentido la mayor parte del tiempo, las pistas de vuelo pueden escalonarse o disponerse en tandem. En la configuración paralela, las instalaciones terminales se colocan entre las pistas. Ello permite reducir las distancias de rodaje utilizando una pista exclusivamente para despegues y otra para aterrizajes. Sin embargo esta configuración requiere de gran superficie de terreno.

ESQUEMA F. Configuración de pistas de vuelo que no se cortan denominado "V ABIERTA".

ESQUEMA G. Configuración de un sistema de pistas de vuelo paralelas más una pista para vientos transversales.

Los esquemas F y G dependen en gran medida del sentido de las operaciones y de la intensidad de los vientos.

CONFIGURACION	DIAGRAMA DE CONFIGURACION DE PISTA	INDICES DE MEZCLA PORCENTAJE (C + 3D)	CAPACIDAD HORARIA (OPERACIONES POR HORA)		VOLUMEN DE SERVICIO ANUAL (OPERACIONES POR AÑO)
			VFR	IFR	
A PISTA UNICA		0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	98 74 63 55 51	59 57 55 53 50	230.000 195.000 205.000 210.000 240.000
B PISTA DOBLE	210 A 760 M	0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	197 145 121 105 94	59 57 56 59 60	355.000 275.000 280.000 285.000 340.000
C IFR INDEPENDIENTES PARALELAS	> 1.300 M	0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	197 149 126 111 103	119 114 111 105 99	370.000 320.000 305.000 315.000 370.000
D DOS PISTAS PARALELAS MAS OTRAS PARA VIENTOS CRUZADOS	760 A 1.070 M	0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	197 149 126 111 103	62 63 65 70 75	355.000 285.000 275.000 300.000 365.000
E CUATRO PISTAS PARALELAS	760 A 1.070 M > 1.070 M 760 A 1.070 M	0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	394 290 242 210 189	119 114 111 117 120	715.000 550.000 515.000 265.000 675.000
F DOS PISTAS EN VABIERTA		0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	150 108 85 77 73	59 57 56 59 60	270.000 225.000 220.000 225.000 265.000
G PISTA DOBLE MAS OTRA INDEPENDIENTE PARA VIENTOS CRUZADOS	760 A 1.070 M	0–20 21–50 51–80 81–120 121–180	295 210 164 146 129	59 57 56 59 60	385.000 305.000 275.000 300.000 355.000

4.3. Diagrama de configuración de pistas.

Los grandes aeropuertos pueden requerir de tres o más pistas de vuelo; la mejor configuración para un sistema de pistas multiple depende de la separación mínima necesaria por razones de seguridad, dirección de los vientos dominantes, características topográficas del emplazamiento del aeropuerto, forma y cuantía del espacio disponible, y superficies para la plataforma de estacionamiento, el área terminal y otros edificios.

En la TABLA 4.4, se indican los anchos de pista para vuelo según el número y letra de clave de los aeropuertos.

NUMERO DE CLAVE	LETRA DE CLAVE				
	A	B	C	D	E
1 °	18 M	18 M	23 M	--	--
2 °	23 M	23 M	30 M	--	--
3 °	30 M	30 M	30 M	45 M	--
4 °	--	--	45 M	45 M	45 M

LA ANCHURA DE TODA PISTA DE APROXIMACION DE PRECISION NO DEBERIA SER MENOR DE 30 M. CUANDO EL NUMERO DE CLAVE SEA 1 o 2.

TABLA 4.4. Ancho de pistas.

Operación Ligera

Las longitudes de pista de vuelo están intimamente relacionadas con los despegues y aterrizajes de aeronaves, así como a las características de sus operaciones en las proximidades del aeropuerto. Por eso, las pistas de vuelo destinadas a la operación ligera deben ser cortas con una longitud de hasta 800 mts. (240 pies), destinadass para el uso de avionetas de motor de 4 a 8 plazas, con uso tipo particular, empleandose una sola pista de vuelo para efectuar aterrizajes y despegues (FIGURA 4.20).

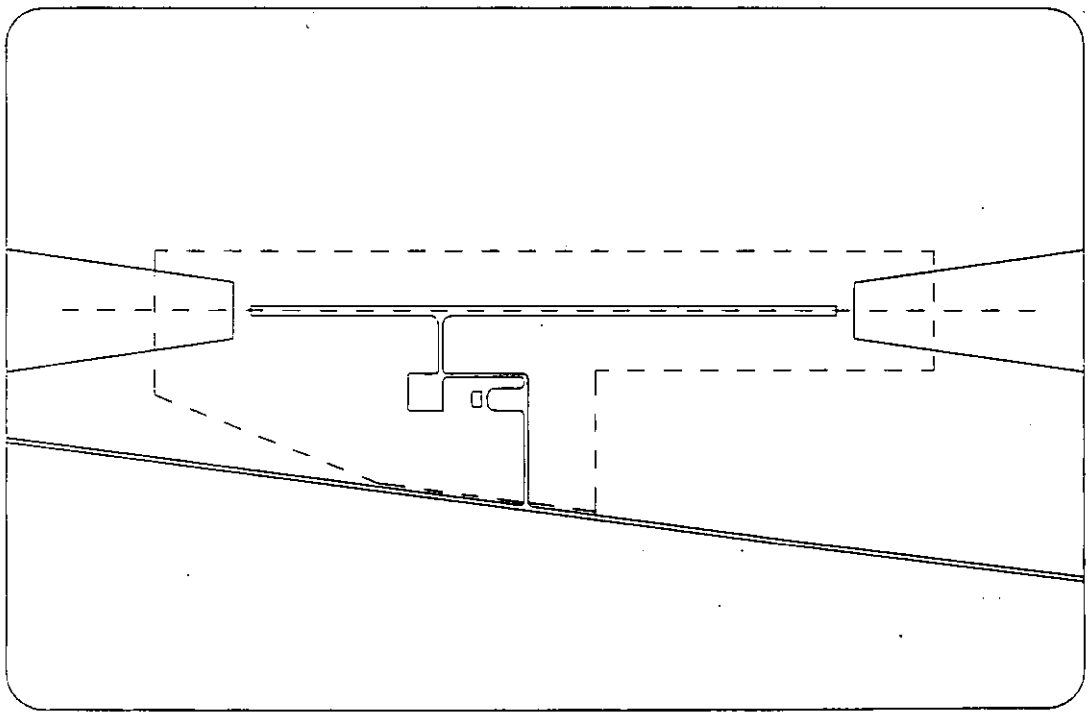


FIGURA 4.20. Aeropuerto para la aviación ligera.

Operación Regional

Para la operación regional, la longitud de la pista de vuelo está dentro del rango de los 800 mts. (240 pies) y los 1200 mts. (360 pies). Estas son pistas de vuelo destinadas para aterrizar y despegar avionetas de motor y turboreactores de 8 plazas en adelante, donde se efectuan vuelos de una región a otra cercana, empleándose una pista y su uso es del tipo particular y comercial (FIGURA 4.21).

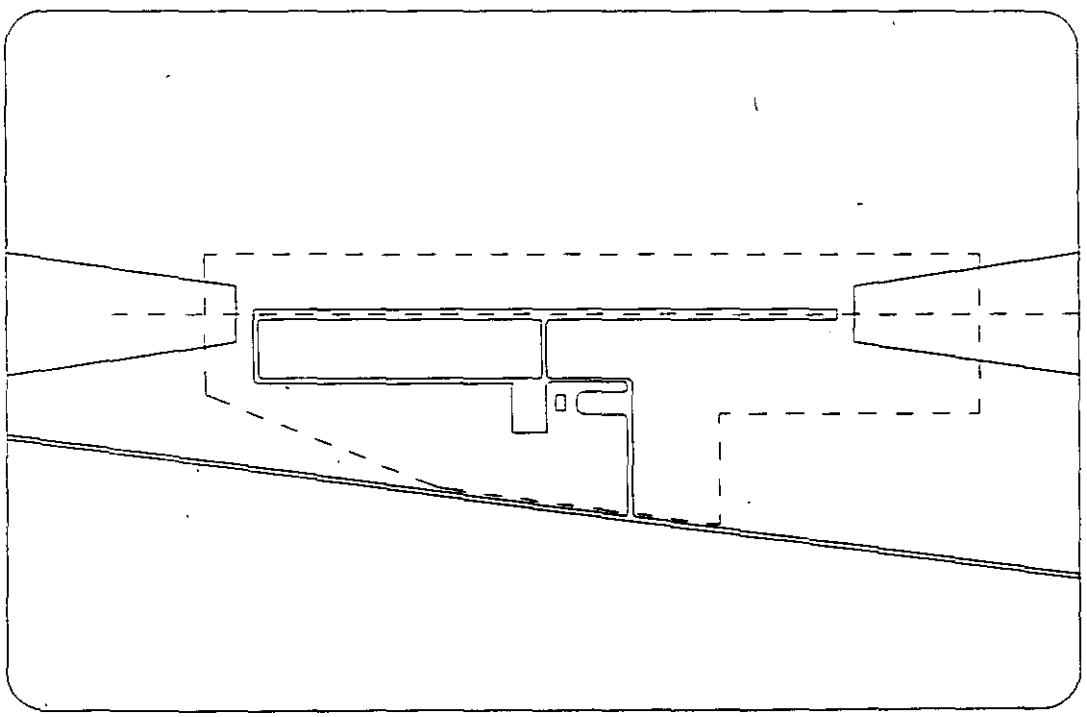


FIGURA 4.21. Aeropuerto regional.

Operación de Corto Alcance

En la operación de corto alcance las pistas tienen longitud variable entre los 1 200 mts. (360 pies) y los 1 800 mts. (540 pies). En estas pistas se emplean por lo general aeronaves ligeras destinadas para efectuar viajes cortos entre una entidad y otra. Aquí se emplean una o más pistas para efectuar los aterrizajes y despegues de aeronaves, su uso es de tipo comercial, donde se emplea un edifico terminal en forma (FIGURA 4.22).

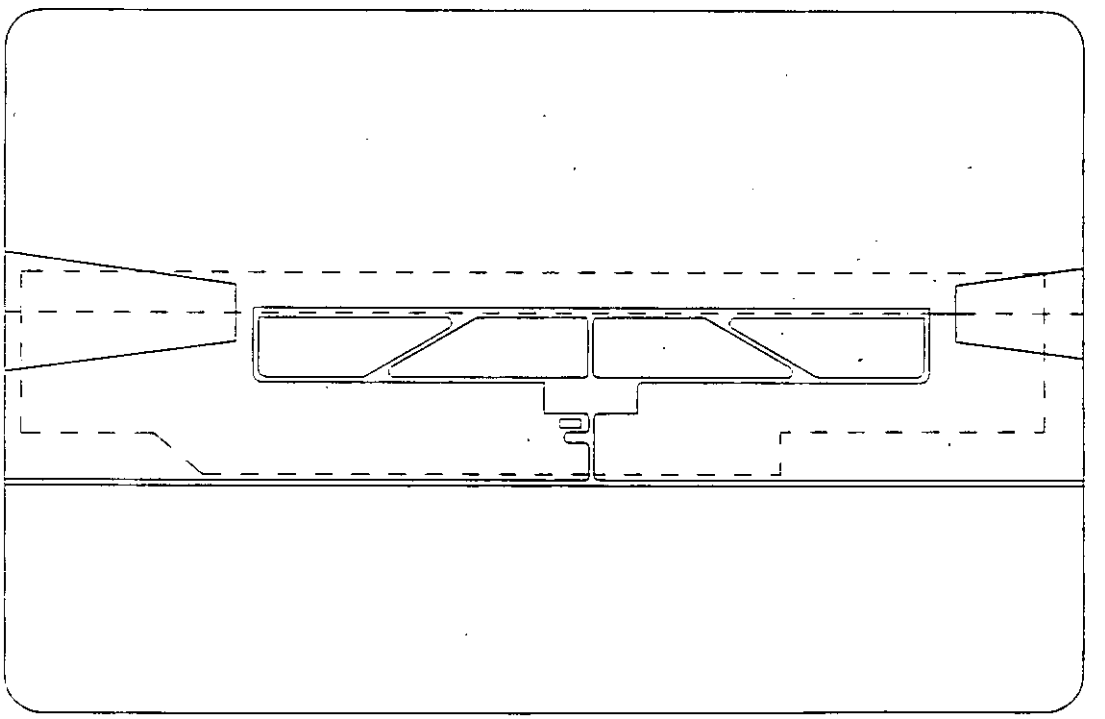


FIGURA 4.22. Aeropuerto de corto alcance.

Operación de Mediano Alcance

Para efectuar la operación de mediano alcance las pistas deben tener una longitud de los 1800 mts. (540 pies) en adelante. Para esta operación se emplean aeronaves de reación del tipo mediano para viajes de una entidad a otra lejana. Aquí se emplean una o más pistas de vuelo, según las necesidades del aeropuerto siendo su servicio del tipo nacional (FIGURA 4.23).

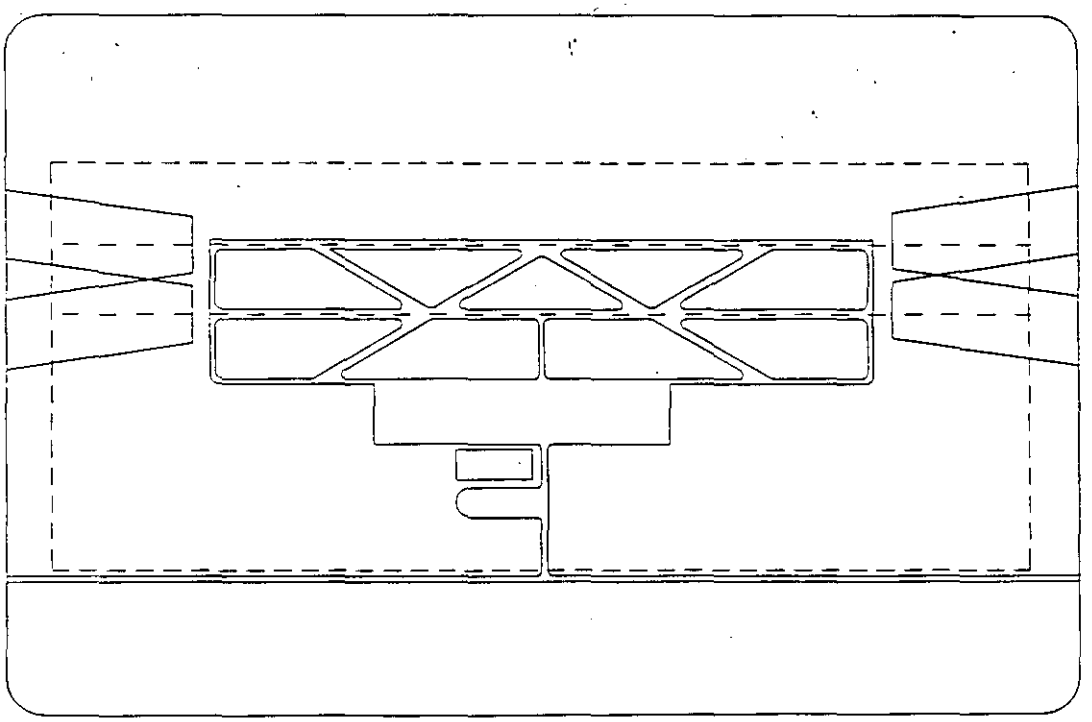


FIGURA 4.23. Aeropuerto de mediano alcance.

Operación de Largo Alcance

La operación de largo alcance es para aeronaves a reacción del tipo grande donde se emplean pistas mayores a los 1 800 mts. (540 pies). Esta operación se emplea principalmente para los vuelos de un continente a otro, también llamados vuelos intercontinentales, o de un país a otros. Siendo este aeropuerto del tipo internacional (FIGURA 4.24).

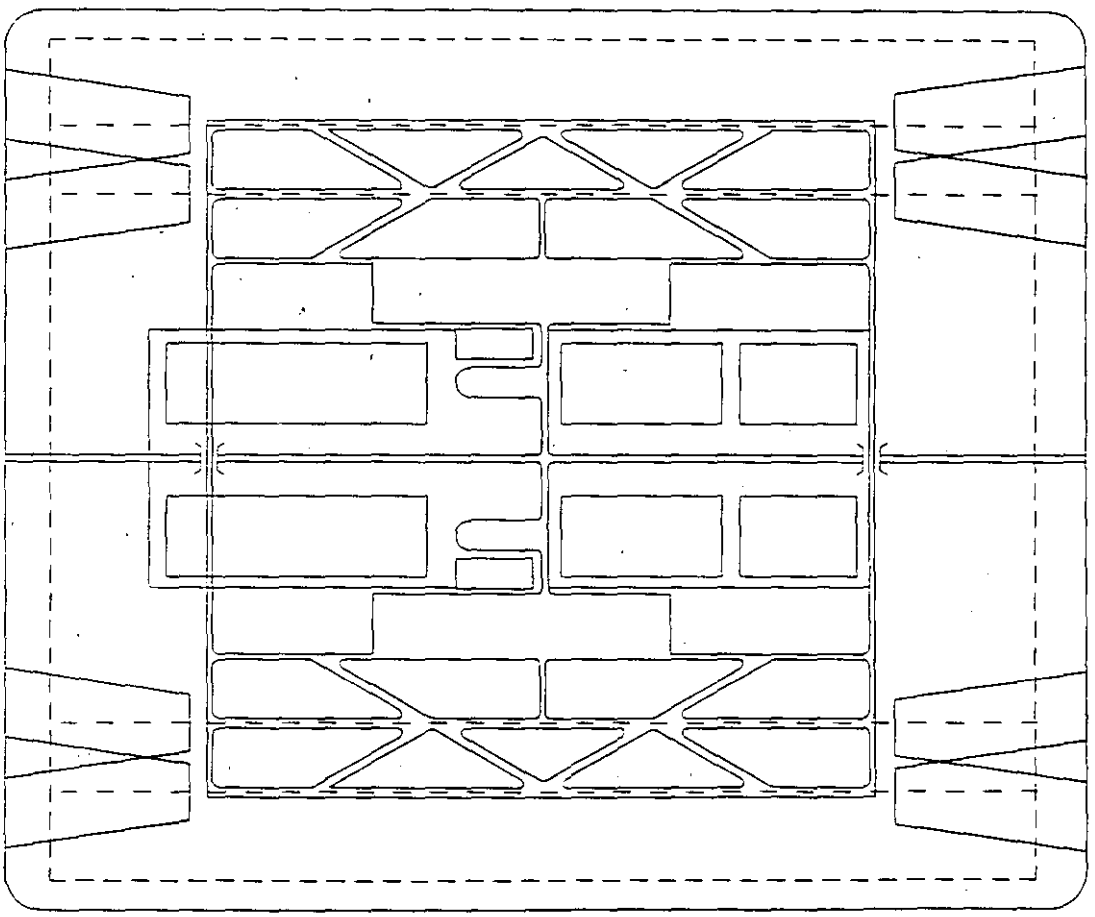


FIGURA 4.24. Aeropuerto de largo alcance.

Normas Mínimas

Son numerosos los factores que influyen en la determinación de la orientación, emplazamiento y número de pistas. Un factor muy importante es el coeficiente de utilización, determinado por la distribución de los vientos, otro factor importante es la alineación de la pista que permite obtener la provisión de aproximaciones que se ajusten a las especificaciones sobre superficies de aproximación.

El número de orientación de la pista de un aeropuerto debe ser tal que el coeficiente de utilización no sea inferior al 95% para las aeronaves que el aeropuerto esté destinado a servir.

La longitud básica para la pista de vuelo debe ser suficiente para satisfacer los requisitos operacionales de las aeronaves para lo que la pista esté prevista. Al determinarse la longitud de pista de vuelo que ha de proporcionarse, será necesario considerar tanto los requisitos de despegue como de aterrizaje, y la necesidad de efectuar operaciones en ambos sentidos de la pista para las aeronaves; considerando las condiciones locales de elevación, temperatura, pendiente de pista, humedad y característica de la pista de vuelo.

Un aeropuerto dispondrá de pistas de vuelo paralelas para uso simultáneo solamente cuando existan condiciones meteorológicas de vuelo visual, la distancia mínima entre sus respectivos ejes debe ser:

210 mts. (700 pies) Cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea A o B.

150 mts. (500 pies) Cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea C.

120 mts. (400 pies) cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea D o E.

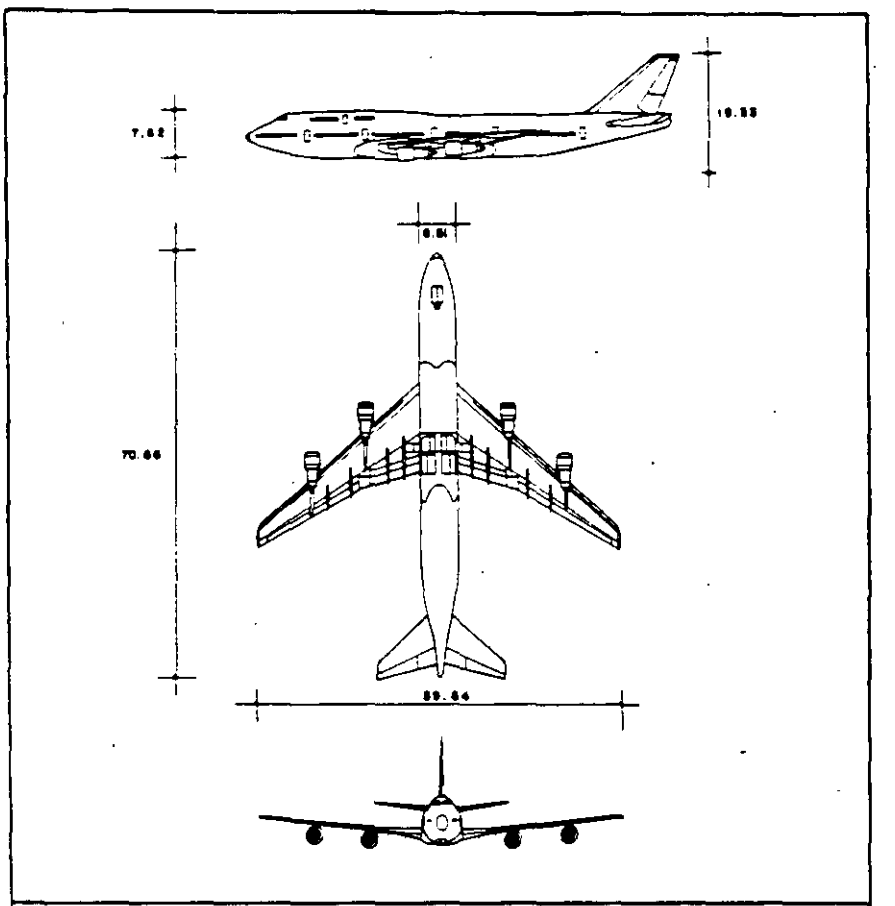
Clasificación de Aeronaves

Para poder dimensionar la infraestructura aeroportuaria, es necesario conocer las características de funcionamiento y operación, así como las normas internacionales que rigen la planificación de los aeropuertos, para los diferentes tipos de aeronaves clasificados por su tamaño, alcance, capacidad, etc. La TABLA 4.5 la cual continua en el ANEXO 1, presenta una clasificación de diferentes aeronaves según la OACI, donde se indica el modelo, clave de refencia del aeropuer-

to, y la longitud de pista mínima necesaria en condiciones óptimas de despegue, etc. Las FIGURAS 4.26 y 4.27, presentan dimensionamiento de diferentes aeronaves.

MODELO DE AVION	CLAVE	LONGITUD MINIMA DE PISTA	ENVERGADURA EN METROS	ANCHO DEL TREN PRINCIPAL EN METROS	LONGITUD EN M	ALTURA DE COLA EN M
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
FOKKER F27 - [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
FOKKER F27 - [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
FOKKER F28 - [illegible]	[illegible]	1640	[illegible]	[illegible]	—	—
FOKKER F28 - 4000	[illegible]	1640	[illegible]	[illegible]	—	—
FOKKER F28 - [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	1975	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	2134	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
McDONNELL DOUGLAS DC-9-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
HAWKER SIDDELEY TRIDENT [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
HAWKER SIDDELEY TRIDENT [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
HAWKER SIDDELEY TRIDENT [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—

TABLA 4.5. Clasificación de aeronaves.

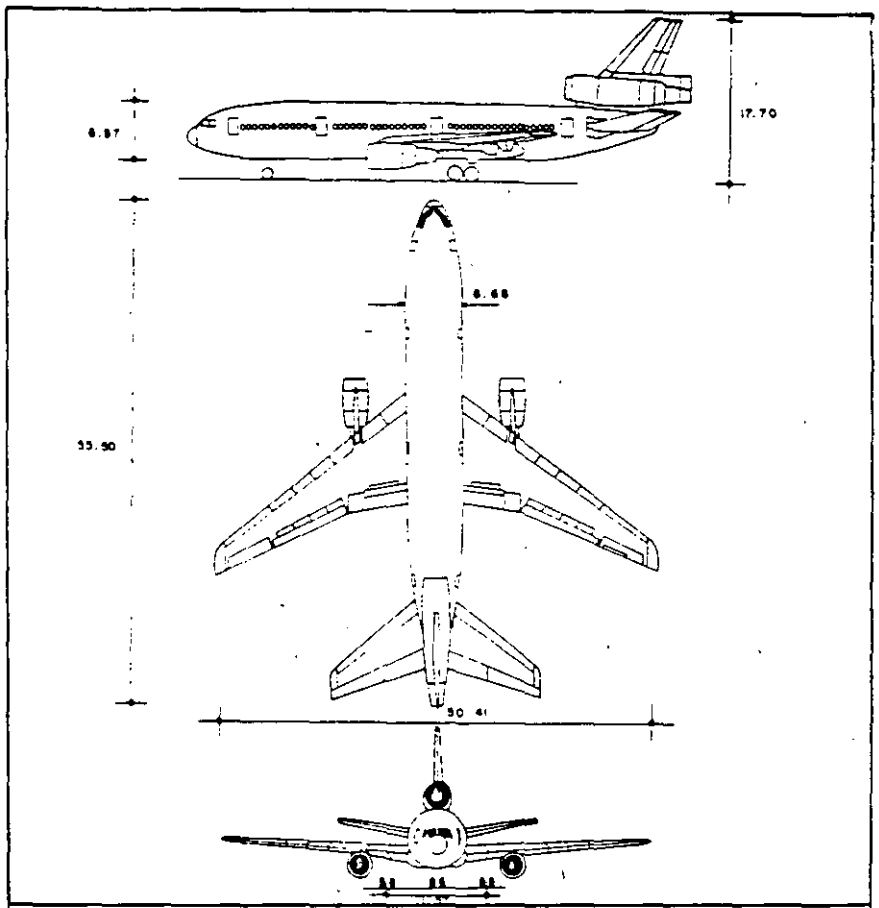


AERONAVE			
marca	modelo	denominacion comercial	Nº de plazas
Boeing	747-300		624

MOTORES			LIMITES DE VELOCIDAD	
marca	modelo	potencia H.P.	maniobra (Km/hr)	crucero (Km/hr)
Pratt & Whitney	JT9D-7R4G2			939

PESOS MAXIMOS KGS.		CAPACIDADES			
despegue	aterrizaje	carga o equipaje kgs.	combustible lts.	techo de servicio mts.	alcance Km.
362 873	260 360	68 492			10 463

FIGURA 4.26. Aeronave.



AERONAVE			
marca	modelo	denominacion comercial	Nº de plazas
Mc Donnell Douglas	DC-10-30		380

MOTORES			LIMITES DE VELOCIDAD	
marca	modelo	potencia H.P.	maniobra (Km/hr)	crucero (Km/hr)
General Electric	CF6-50A			908

PESOS MAXIMOS KGS.		CAPACIDADES			
despegue	aterrizaje	carga o equipaje kgs.	combustible lts.	techo de servicio mts.	alcance Km.
256 280				10 180	11 580

FIGURA 4.27. Aeronave.

CALLES DE RODAJE

El objetivo de las calles de rodaje es facilitar el acceso desde las pistas de vuelo hasta la plataforma de estacionamiento (terminal aérea o mantenimiento). Estas calles deben estar situadas de tal manera que al aterrizar una aeronave, no interfiera con otra aeronave que va a despegar o que esté en rodamiento (TABLA 4.6).

LETRA DE CLAVE	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE UNA PISTA, EN M								DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE OTRA CALLE DE RODAJE, EN M	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE QUE NO SEA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO, EN M	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE LA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO, EN M
	PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS				PISTAS DE VUELO VISUAL						
	NUMERO DE CLAVE				NUMERO DE CLAVE						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
A	82.5	82.5	–	–	37.5	47.5	–	–	21	13.5	12
B	37	87	–	–	42	42	–	–	31.5	19.5	16.5
C	–	–	168	–	–	–	93	–	46.5	28.5	24.5
D	–	–	176	176	–	–	101	101	68.5	42.5	36
E	–	–	–	180	–	–	–	105	76.5	46.5	40

TABLA 4.6. Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.

Los anchos de calle de rodaje estan reglamentados como se muestra en la TABLA 4.7.

LETRA DE CLAVE	ANCHURA DE LA CALLE EN RODAJE
A	7.5 M
B	10.5 M
C	15 M , SI LA CALLE DE RODAJE ESTA PREVISTA PARA AVIONES CON BASE DE RUEDAS INFERIOR A 18 M. 18 M , SI LA CALLE DE RODAJE ESTA PREVISTA PARA AVIONES CON BASE DE RUEDAS IGUAL O SUPERIOR A 18 M.
D	18 M , SI LA CALLE DE RODAJE ESTA PREVISTA PARA AVIONES CUYA DISTANCIA ENTRE LAS RUEDAS EXTERIORES DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL SEA INFERIOR A 9 M. 23 M , SI LA CALLE DE RODAJE ESTA PREVISTA PARA AVIONES CUYA DISTANCIA ENTRE LAS RUEDAS EXTERIORES DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL , SEA IGUAL O SUPERIOR A 9 M.
E	23 M

TABLA 4.7. Anchura de calles de rodaje.

En los aeropuertos de gran tráfico las calles de rodaje deben de situarse en diferentes puntos a lo largo de las pistas de vuelo, de tal manera que las aeronaves que aterrizan puedan abandonarlas tan rapidamente como sea posible, para dejarlas libres al resto de las aeronaves que vayan a utilizarlas. A estas calles se les conoce como "calles de salida de pista o calles de desvio".

Paralelas

En los aeropuertos de mucho movimiento donde el tráfico se realiza simultaneamente en ambas direcciones, debe de existir una calle de rodaje paralela de una sola dirección.

Diagonales

En períodos de tráfico critico a consecuencia de que las aeronaves están continuamente operando en las pistas de vuelo, y su capacidad depende del grado de rápidez con que las aeronaves que aterrizan puedan desalojar la pista. Ya que una aeronave tiene que aguardar hasta que la que la antecedia desaloje la pista. Para estos casos muchos aeropuertos cuentan con calles de rodaje que forman ángulos con las pistas de vuelo, con la finalidad de que la aeronave desacelere para llegar con baja velocidad antes de que vire.

PLATAFORMA

La plataforma de un aeropuerto es un área destinada a efectuar las operaciones de embarque y desembarque de pasajeros que utilizan como transporte aéreo la aeronave; efectuandose también carga y descarga de mercancías y de correo, reaprovisionamiento de combustible, estacionamiento y mantenimiento para la aeronave, estableciendose para ello márgenes de separación entre cada aeronave, como lo indica la TABLA 4.8.

Las plataformas se clasifican de acuerdo con su posición y el servicio que prestan, como a continuación se indican:

PLATAFORMA DE OPERACIONES O TERMINAL. Es el área destinada para las maniobras y estacionamiento de aeronaves comerciales. Se localiza junto a la terminal de pasajeros.

PLATAFORMA DE AVIONETAS O DE AVIACION GENERAL. Es el área que se emplea para las aeronaves de aviación general o avionetas, destinada para atender las distintas actividades de este tipo de servicio.

Existen además otros tipos de plataformas, tales como son:

Carga, Pernocta.

De mantenimiento.

De estacionamiento para aeronaves que tienen su base en el aeropuerto.

LETRA DE CLAVE	MARGEN
A	3 METROS
B	3 METROS
C	4.5 METROS
D	7.5 METROS
E	7.5 METPOS

TABLA 4.8. Márgenes de separación en plataforma.

Dimensionamiento de Aeronaves

El dimensionamiento de las aeronaves es necesario tomarlo en cuenta, ya que el fabricante especifica a través de documentos las características que tiene su producto, las cuales hay que tomar en consideración para ver si existe algún problema que pueda afectar a este tipo de aeronave en sus operaciones en tierra, al efectuar rodajes en la pista de vuelo, calles, plataformas, aterrizajes o despegues (FIGURA 4.28).

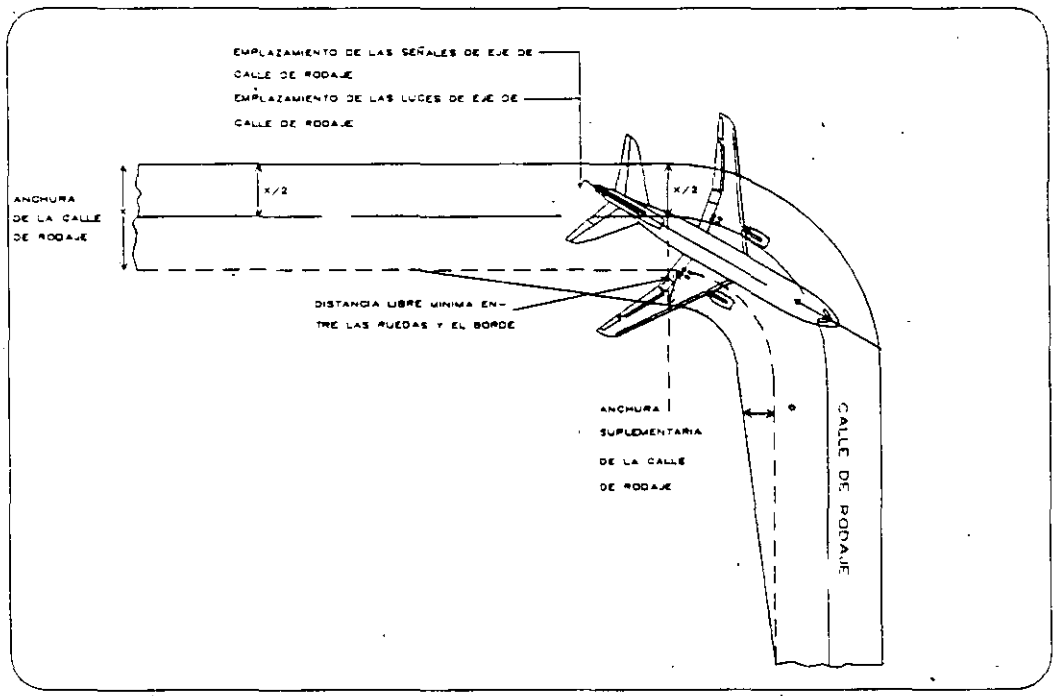


FIGURA 4.27. Aeronave circulando.

Radios de Giro

El centro de giro de una aeronave es el punto de pivoteo en torno al cual ésta vira. Este punto se encuentra situado a lo largo del tren de aterrizaje principal, a una distancia variable del eje longitudinal del fuselaje de la aeronave, de acuerdo con el ángulo de esviaje de las ruedas del tren de nariz, como se muestra en la FIGURA 4.28.

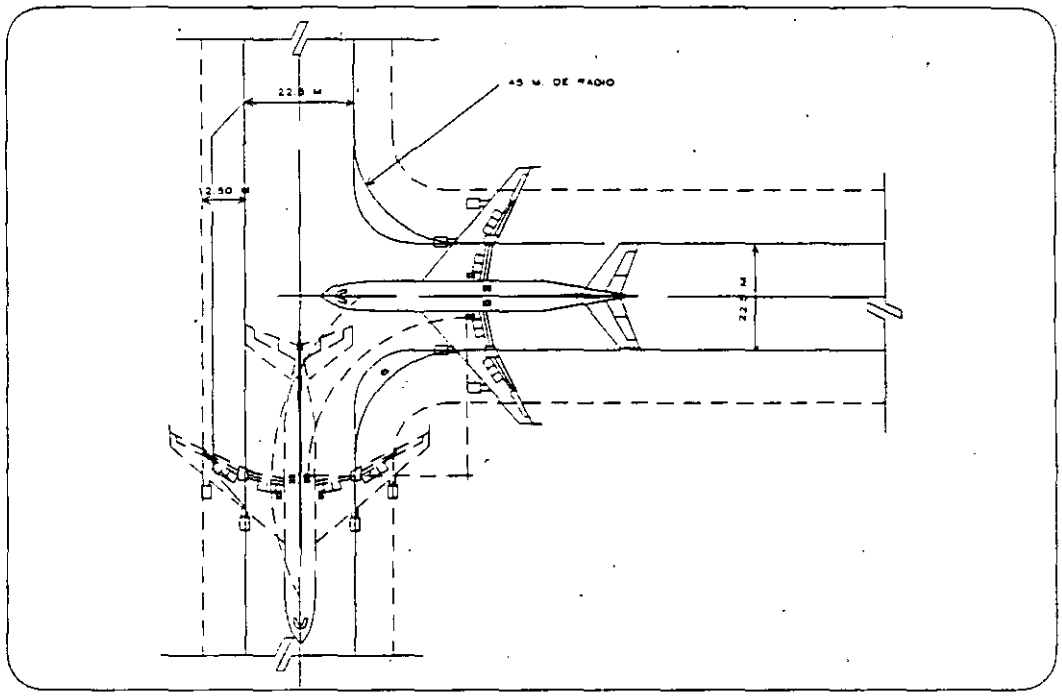


FIGURA 4.28. Radio de giro de aeronave.

Este dato es muy importante ya que si al girar la aeronave su radio de giro es mayor o menor al radio central de las curvas de giro de las calles de rodaje, puede ocasionar que la aeronave se salga del pavimento, lo ocasionaría un accidente (llantas fuera del borde de la pista).

DISENO ESTRUCTURAL PARA CIRCULACIONES Y ESTACIONAMIENTO

Dentro de los aeropuertos una de las funciones principales es el de proporcionar estructuras estables, permanentes y durables, con el objetivo de que las aeronaves puedan rodar, circular y estacionarse, todo esto en forma expedita, segura, comoda y economica.

Estas estructuras están integradas por la cimentacion del terreno, la terracería y el pavimento; todo esto forma un conjunto donde su comportamiento esta regido por las características de cada uno de sus elementos, así como por su interacción. Para el diseño y construcción de los pavimentos de las pistas aéreas, calles de rodaje y plataformas, es necesario considerar el comportamiento de las terracerias y/o suelo de cimentación; de aquí la importancia de los estudios geotécnicos aplicados a un aeropuerto

El diseño estructural de las superficies de rodamiento, circulaciones y estacionamiento, están constituidas por un sistema de capas múltiples, cuya función primordial, es permitir la operación de aterrizaje de las aeronaves sin ninguna resistencia al tocar sus llantas con el pavimento de la pista de vuelo, o al efectuar el despegue, circular por las calles de rodaje y platafomas de estacionamiento y estacionarse cerca del edificio terminal en su plataforma correspondiente, todo esto con seguridad, comodidad y economía.

La experiencia ha indicado que los deterioros más severos en las áreas de rodamiento de un aeropuerto, son aquellas donde las aeronaves transitan a baja velocidad y donde se estacionan. Con esto es necesario antes que nada conocer la "geometría del aeropuerto", previamente al diseño de las estructuras que han de soportar el rodamiento de las aeronaves. La FIGURA 4.30 ilustra las áreas de rodamiento comunes de un aeropuerto.

En las pistas de vuelo el mayor número de repeticiones de carga se produce al centro de las áreas pavimentadas; en las calles de rodaje y plataforma los efectos de canalización del tránsito son más notorios que en las pistas de vuelo. Estas características hacen posible diseñar secciones estructurales de diferente resistencia, dependiendo del área de rodamineto de la aeronave.

AYUDAS A LA NAVEGACION

Las ayudas a la navegación son un elemento escencial del sistema del transporte aéreo principalmente cuando aumenta el tráfico aéreo; esto ocasiona una necesidad creciente de ayudas a la navegación que reduzcan los límites de error de navegación tanto horizontal, como vertical. Las ayudas a la navegación, se clasifican en ayudas en tierra y ayudas con equipo a bordo dividendose en: ayudas en tierra, ayudas a la navegación en el área terminal y ayudas al aterrizaje.

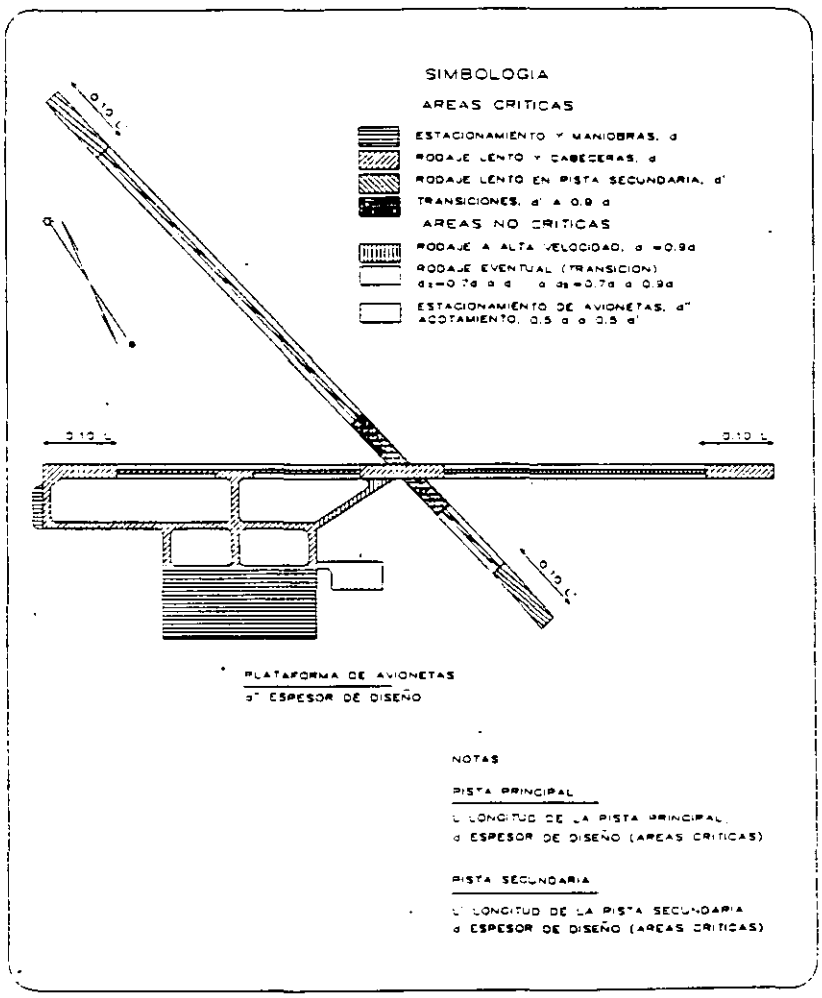


FIGURA 4.29. Areas de rodamiento en aeropuertos.

Operación Visual

La operación visual (VFR, VISUAL FLIGHT RULES) se realiza cuando las condiciones atmosféricas permiten volar a las aeronaves en contacto visual con el suelo o con otras aeronaves, y cuando la densidad del tráfico aéreo sea suficientemente baja como para permitir al piloto depender más del contacto visual que de la lectura de sus instrumentos.

En condiciones de operación visual (REGLAS DE VUELO VISUAL) no es necesario un control del tráfico aéreo en ruta excepto cuando así se exija; las aeronaves vuelan según las "reglas de la carretera", a altitudes prefijadas según los rumbos y los pilotos son responsables de mantener la distancia de seguridad entre sus respectivas aeronaves.

Operación por Instrumentos

Existen operaciones por instrumentos (IFR, INSTRUMENT FLIGHT RULES) cuando la visibilidad o el techo de nubes (altura base de las nubes sobre el terreno) queda por debajo de lo prescrito para operaciones del tipo visual. O cuando lo requiera la densidad de tráfico.

El control del tráfico aéreo positivo se lleva a cabo siempre en condicones de operación por instrumentos (IFR, REGLAS DE VUELO INTRUMENTAL), y en áreas de control prefijadas. La responsabilidad de mantener la distancia de seguridad entre las aeronaves se transfiere al controlador de tráfico aéreo. El controlador sigue fundamentalamente los procedimientos de operación por instruementos (IFR), lo que exige la asignación controlada de altitud y rutas específicas y la separación mínima entre aeronaves que vuelan en una misma dirección y nivel de vuelo establecido.

SEÑALAMIENTOS

Con el fin de ayudar a los pilotos durante la conducción de sus aeronaves por las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento, existen señalamientos que identifican claramente la función de cada área y las delimitan a la vez, por razones de seguridad. Este señalamiento puede ser del tipo horizontal y del tipo vertical, clasificado en luminoso y no luminoso.

Horizontal

La señalización horizontal se establece en las pistas, calles de rodaje y plataformas, para que las aeronaves se orienten en una dirección determinada, a través de señales (letras y números) y franjas (continuas y discontinuas) de color bien visible que proporcione el mayor contraste posible en todas las condiciones (FIGURA 4.30).

Existen tres tipos de señalización de pista:

PISTAS DE VUELO BASICAS. Estas pistas cuando no estan pavimentadas, tienen señales de detención exclusivamente; las pavimentadas se señalan con la marcación de pista de vuelo y el eje.

PISTAS INSTRUMENTALES NO DE PRECISION. La señalización es la de una pista de vuelo básica pavimentada con la marcación de los umbrales de pista.

PISTAS INSTRUMENTALES DE PRECISION. Se señalizan igual que las pistas de vuelo instrumentales que no son de precisión pero añadiendo las zonas de toma de contacto, las señales de distacia fija y las franjas laterales.

Toda señalización en pista de vuelo es de color blanco para distinguirla de la señalización amarilla de las calles de rodaje y la de estacionamiento, la numeración que se da a todas las pistas de vuelo pavimentadas es la del rumbo magnetico de aproximación del eje de pista de vuelo redondenando a la decena de grado más proxima.

La señalización de las calles de rodaje es de color amarillo, constituidas de una franja continua de 15 cm. de ancho siguiendo el eje de la pista de vuelo y en líneas se espera en rodaje de 30 cm. como mínimo del borde de la pista de vuelo. Si esta ha sido proyectada para operar con el Sistema Instrumental de Aterrizaje (ILS, INSTRUMENT LANDING SYSTEM), las líneas de espera en rodaje se situan de forma que las áreas críticas del emisor de senda de planeo y del localizador queden libres para evitar las interferencias entre la señal radioeléctrica y la rodadura de las aeronaves. En aquellas áreas que no son aptas para soportar el peso de las aeronaves , como la franja de pistas y calles de rodaje y zonas contra el chorro, se pintan franjas a un ángulo de 45º con el borde de 90 cm. de ancho de color amarillo. El señalamiento en las pistas de vuelo es de color blanco y el señalamiento de los bordes de la plataforma es de color rojo.

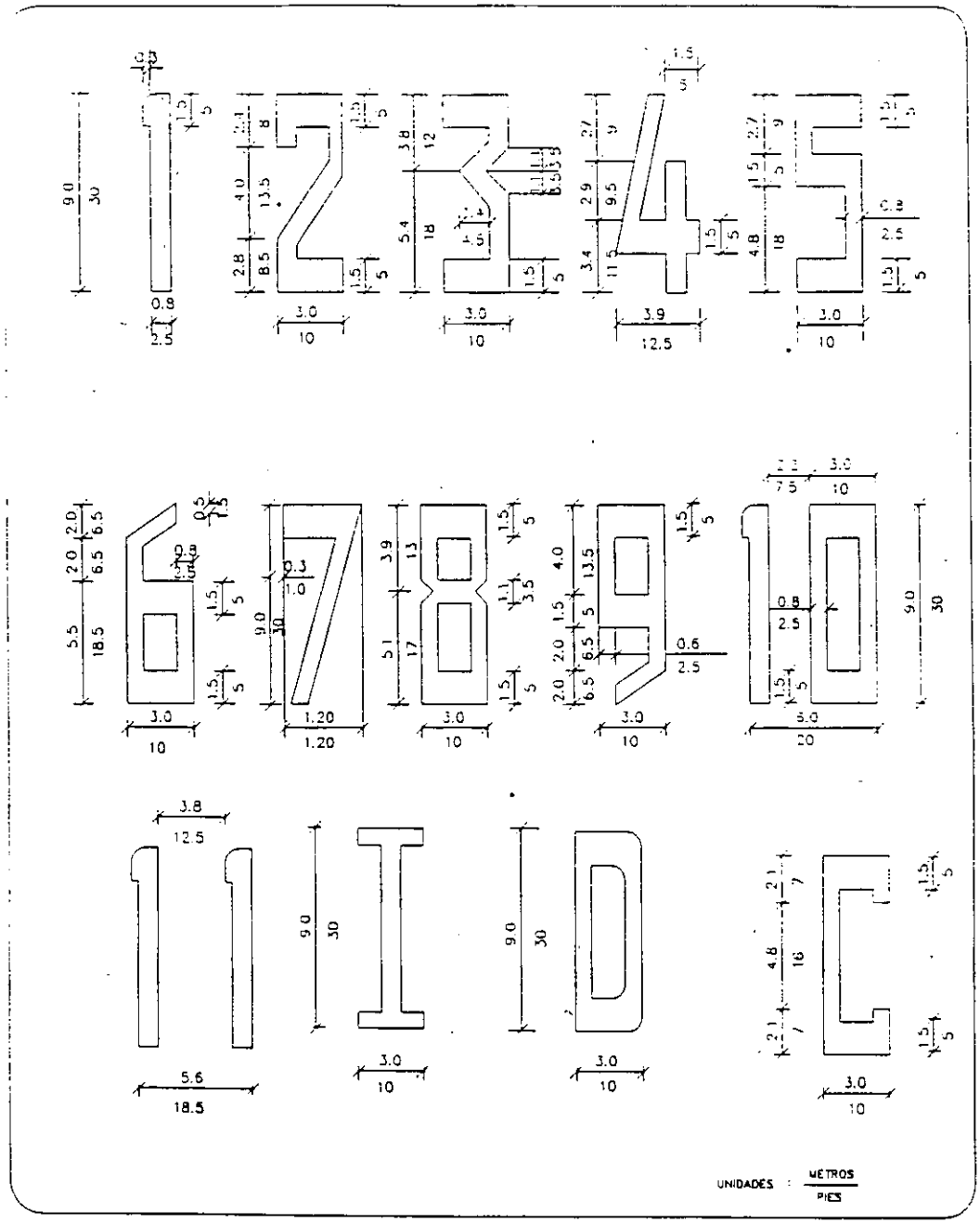


FIGURA 4.30. Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista.

FIGURA 4.30. Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista.

A continuación se indica la señalización horizontal con que debe de contar un aeropuerto en su emplazamiento:

Señal designadora de pista de vuelo.

Señal de eje de pista de vuelo.

Señal de umbral.

Señal de distancia fija.

Señal de zona de toma de contacto.

Señal de faja lateral de pista de vuelo.

Señal de eje de calle de rodaje.

Señal de punto de espera en rodaje.

Señal de intersección de calles de rodaje.

Señal del punto de verificación del vor (VERY HIGH FRECUENCY, OMNIDIRECTIONAL RANGE).

Señales de plataforma (líneas de entrada, líneas de viraje y líneas de salidad).

Señal de borde de plataforma.

Vertical

A lo largo del borde de las calles de rodaje y de la plataforma de estacionamiento se sitúan indicadores o letreros de ayuda a los pilotos para guiarlos en su itinerario o para ayudarlos en el seguimiento de las instrucciones dadas por los controladores de tierra. Estos indicadores se clasifican en dos categorías:

INDICADORES DE DESTINO. Son los que señalan los itinerarios a seguir por las aeronaves que entran o salen.

INDICADORES DE INTERSECCION. Son los que indican la intersección de las calles que se cruzan, o indican las áreas críticas de un ILS de categoría II.

Los indicadores de destino son de entrada o de salida, donde los itinerarios de salida se señalan mediante signos que indican los extremos de la pista de vuelo. Y los indicadores de llegada estan normalizados para proporcionar la siguiente información:

Estacionamiento de aeronaves.

Areas en las que la aeronave puede abastecerse de combustible o ser revisada.

Posición de las puertas para carga o descarga.

Area para aeronaves en tránsito.

Area para aviación militar.

Area para el manejo de la carga y mercancía aérea.

Area de vuelos internacionales.

Hangar.

Area critica.

La señalización con letreros donde se dan instrucciones obligatorias comprenden, cuando menos, los letreros de parada, de prohibida la entrada, de punto de espera y de intersección de calles de rodaje y pistas de vuelo.

Los letreros de parada, se colocan en un lugar del aeropuerto donde se requiere una parada obligatoria para la aeronave, del lado izquierdo de la calle de rodaje.

Los letreros de prohibida la entrada se instalan en los lugares en que se desea que exista una prohibición a cierto área, como es el caso de la salida de una calle de rodaje con circulación de un solo sentido. Este se coloca al comienzo del área a la cual se prohibe su paso y si es posible en el lado izquierdo.

Letreros de punto de espera de categoría I, II y III son los que se instalan a cada lado de la señal de punto de espera, frente a la dirección de aproximación hacia el área crítica.

Letreros de intersección de calle de rodaje y pista de vuelo se instalan sobre el costado izquerdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se dentenga la aeronave.

Letreros de intersección de calle de rodaje y pista de vuelo se instalan sobre el costado izquerdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se dentenga la aeronave.

Los letreros de información están constituidos por símbolos consistentes en inscripciones de color amarillo sobre un fondo de color negro o viceversa, estos letreos se pueden utilizar de noche , para eso es necesario que esten iluminados en forma interna o externa, o en su caso que esten revestidos de material reflejante. Estos letreros se clasifican en situación y punto de destino.

Los letreros de situación se emplean para indicar puntos determinados del aeropuerto como son:

Los extremos de las pistas de vuelo.

Las intersecciones de calles de rodaje con pistas de vuelo.

Las intersecciones entre calles de rodaje.

Los letreros de punto de destino son los que se utilizan para indicar la dirección que ha de seguir la aeronave al llegar a determinado lugar. Estos letreros indican la dirección hacia:

Pistas.

Plataformas.

Calles de rodaje.

Terminales.

PAVIMENTOS

El pavimento empleado en los aeropuertos tiene por misión la de repartir las grandes cargas originadas por las riedas de las aeronaves durante su aterrizaje, despegue , circulación y rodaje por las pistas, calles de rodaje y platafroma, teniendo la precuación de que en estas superficies, la carga unitaria no llegue a producir rupturas.

El pavimento para el aeropuerto consta en genral de tres partes, con misiones diferentes como lo indica la FIGURA 4.31, donde:

El firme es una capa de material que debe ser perfectamente estable, cuya misión es la de repartir las cargas sobre el cimiento.

El cimiento es la capa de material que reparte todavía más la carga hasta conseguir en el terreno natural coeficientes de trabajo apropiados.

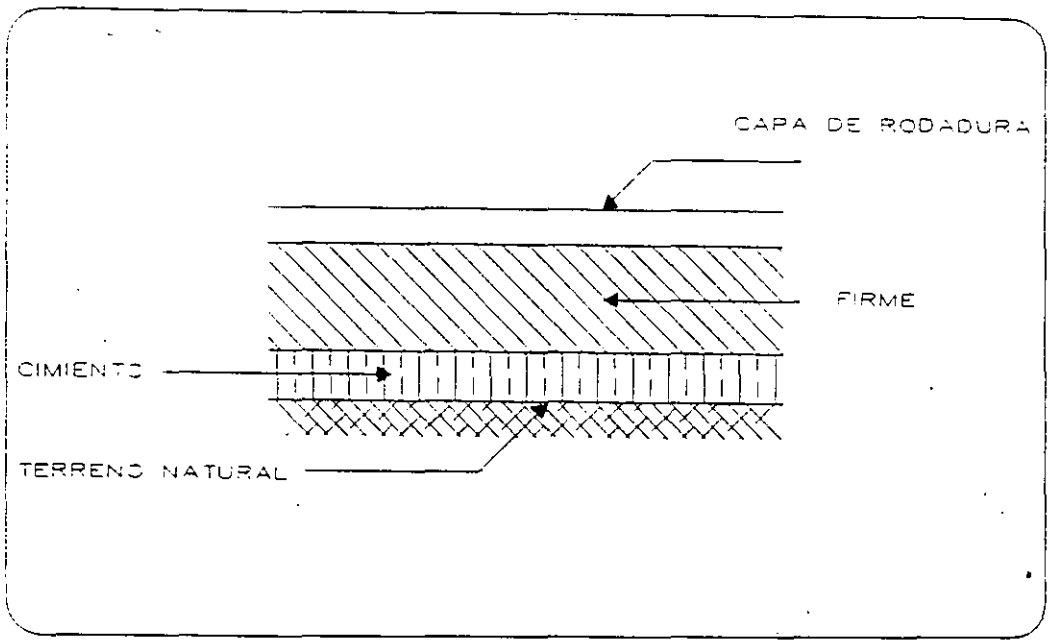


FIGURA 4.31. Pavimento.

Conforme a la estructura con que usualmente se construyen los pavimentos y más especificamente la capa superficial o carpeta, estas estructuras se clasifican en dos tipos:

Pavimentos asfálticos.

pavimentos de concreto.

El sistema multicapa en pavimentos asfálticos está constituido normalmente por un carpeta, construida con agregados pétreos aglutinados con un producto asfáltico, una base y una sub-base. Las capas subyacentes a la carpeta se constituyen empleando agregados pétreos, debidamente procesados, de calidad adecuada y densificados por medios mecanicos (compactación); en ocasiones conviene emplear a estas capas aditivos o cementantes, tales como la cal, el cemento portland, el asfálto, etc., para mejorar sus características (FIGURA 4.32), donde la capa de rodadura puede ser de bastante espesor a fin de reducir las cargas en el suelo.

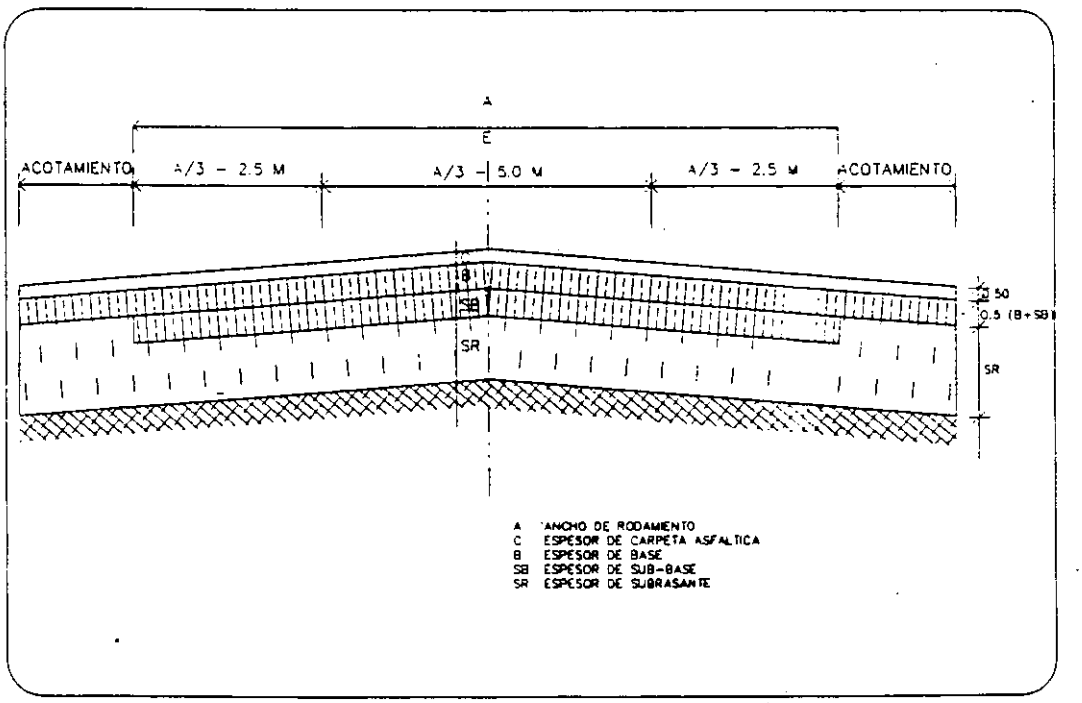


FIGURA 4.32. Componentes de un pavimento asfáltico.

La estructuración de los pavimentos de concreto se logran mediante losas de hormigón de cemento portland, que descansan sobre una sub-base. El espesor depende de la capacidad del concreto para absorver las cargas y repartirlas en la superficie del suelo, como lo muestra la FIGURA 4.33.

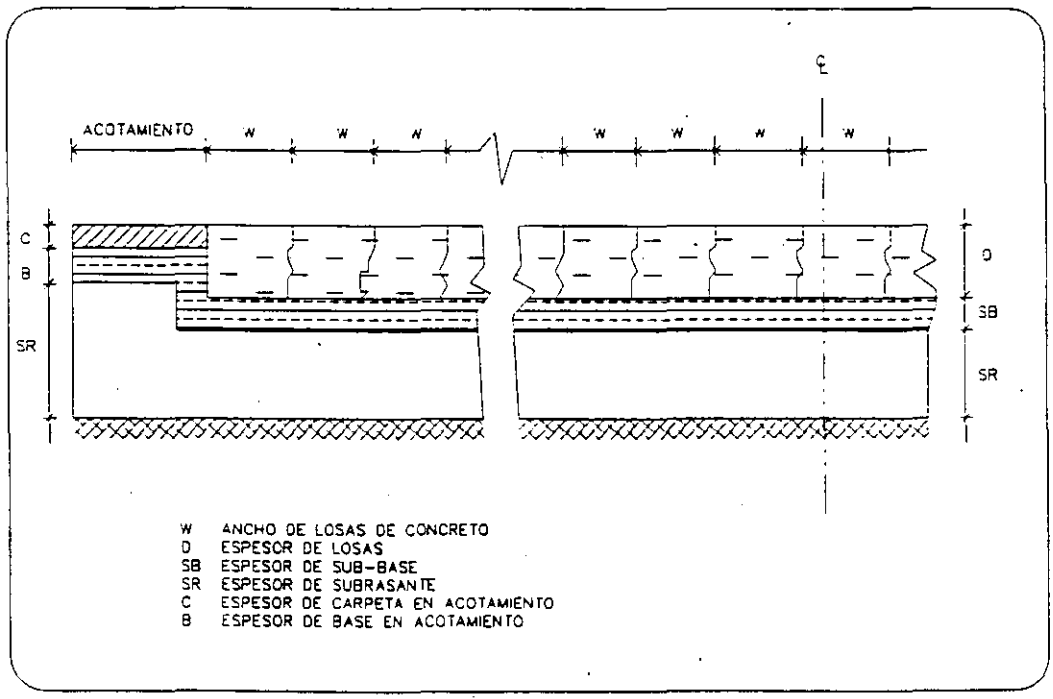


FIGURA 4.33. Sección estructural de pavimento de concreto.

La elección del tipo de pavimento depende en primer lugar, de las condiciones del terreno natural y de la economía de la construcción, y en segundo lugar, de las cargas a soportar, de la presión de las llantas, de la intensidad de tráfico y del clima.

Generalmente los pavimentos asfálticos o flexibles son más apropiados en suelo granular, como son las arenas y gravas, y en terrenos de alta capacidad de carga para reducir mucho el espesor necesario. Los pavimentos de concreto o rígidos se adaptan mejor a los terrenos arcillosos y flojos, por extender la carga en gran parte de la superficie de los lugares expuestos a considerables cambios en el contenido de humedad.

La ventaja de los pavimentos asfálticos con respecto a los de concreto, es que pueden aumentar la capacidad de carga con el total aprovechamiento de la parte construida y poder efectuar reparaciones con suma facilidad y economía.

La rotura o falla de los pavimentos ocurre muchas veces a causa de las vibraciones originadas por los motores o por fatiga (FIGURA 4.35).

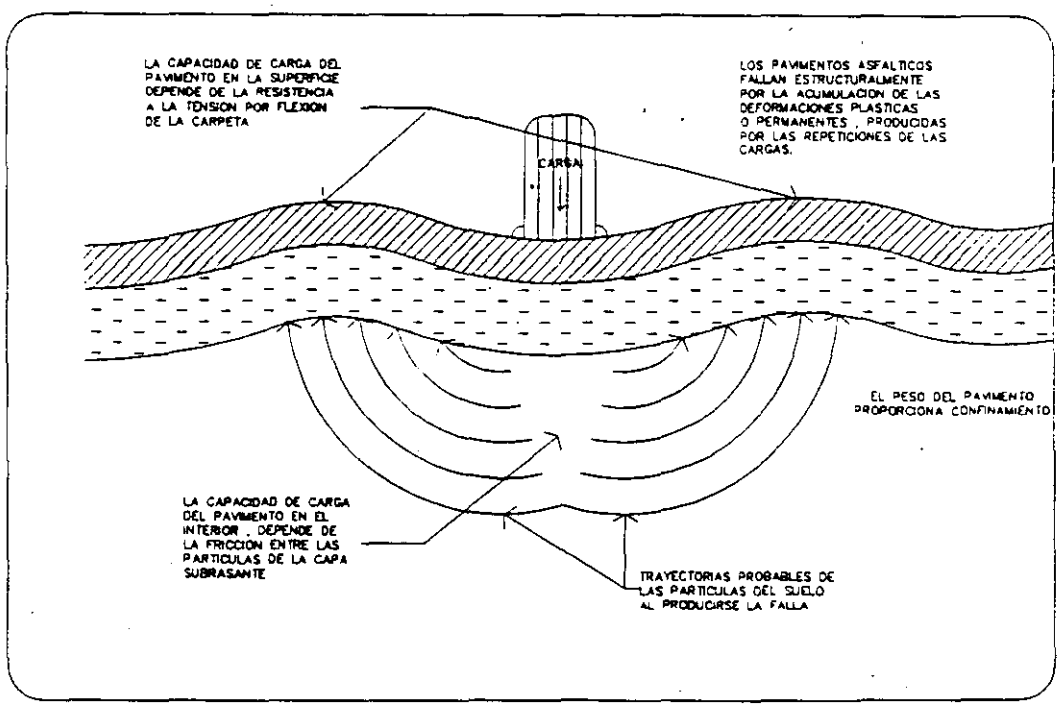


FIGURA 4.34. Falla estructural del pavimento asfáltico.

En los aeropuertos se distinguen dos tipos de falla, que son:

Falla estructural.

Falla funcional.

La falla estructural implica el colapso de la estructura por la acumulación de deformaciones permanentes excesivas (falla plástica), o por deformaciones elásticas intolerables, como en el caso de los pavimentos alfálticos, o de los pavimentos de concreto. De tal manera que la estructura es incapaz de seguir soportando cargas impuestas por el tránsito de las aeronaves.

La falla funcional consiste escencialmente en la incapacidad del pavimento de seguir cumpliendo con las funciones para las que fue proyectado; involucra los aspectos de seguridad y comodidad que la superficie de rodamiento debe proporcionar a las aeronaves en operación.

Pistas

Cuando se realice el cálculo estructural de la pista de vuelo para un aeropuerto es necesario determinar el tipo de pavimento que se utilizará, así como su espesor, tomando en cuenta el tráfico que tendrá la pista en sus horas pico, evitando sus fallas estructurales a consecuencia de los despegues, aterrizajes y circulaciones de las aeronaves.

Rodaje

Es necesario contemplar durante el diseño estructural de las calles de rodaje, las posibles ruptutas o fallas que puede tener su pavimento cuando estén circulando por esa zona las aeronaves. Esto es a consecuencia de que en su pavimentación ocurren con mayor frecuencia fallas, debido a la baja velocidad de las aeronaves y la mayor concentración de tráfico.

Plataforma

En las zonas de estacionamiento o plataformas se situan las aeronaves para efectuar ascensos o descensos de pasajeros, carga o descaga de mercancías aéreas, mantenimiento o abastecimiento. Para esto es necesario proyectar el tipo de asfalto que se empleará en estas zonas, considerando la capacidad que albergará de aeronaves en las horas pico, tomando en cuenta el peso de cada una de ellas.

DRENAJE

El objetivo del sistema de drenaje de un aeropuerto, es desalojar principalmente en forma rápida y eficaz el agua, esto es con el fin de evitar encharcamientos permantes en las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas y dejar las zonas utilizables para las aeronaves.

Las aguas a desalojar en un aeropuerto pueden provenir de las lluvias en la superficie del mismo. del agua que asciende del subsuelo por efectos capilares o por aumento del nivel de la capa freática de las aguas y de las corrientes de agua que pueden irrumpir originadas por lluvias en las zonas que lo rodean.

Para resolver los problemas referentes al desague, es necesario proporcionar las facilidades de drenaje adecuado para interceptar y desviar, tanto los escurrimientos superficiales aportados por las lluvias, así como del agua del subsuelo.

El agua de lluvia principalmente que cae sobre las superficies pavimentadas de un aeropuerto, debe ser recogida y eliminada sin inundar o destruir a las zonas adyacentes. Para esto es necesario que exista una red de drenaje en todo el aeropuerto. Esta red o sistema de drenaje evitará los encharcamientos excesivos en el área de pistas y zonas adyacentes, evitando poner en peligro las maniobras de aterrizaje y despegue de las aeronaves.

Existen tres tipos de red o sistema de drenaje, los cuales se pueden integrar en uno solo dependiendo de las necesidades que tenga cada aeropuerto. Estos son los siguientes:

Drenaje superficial.

Drenaje subterráneo.

Drenaje de circunvalación.

La necesidad de construcción de la red de drenaje depende exclusivamente de las características del suelo y de la topografía de los alrededores.

ZONA TERMINAL

Dentro del aeropuerto se preven áreas pavimentadas donde pueden estacionarse las aeronaves mientras se abastecen de combustible, se les efectua un mantenimiento ligero, abordan y bajan los usuarios así como mercancías y realizan operaciones afines.

La zona o estacionamiento terminal es el área más importante del aeropuerto, por estar situada en forma adyacente al edificio terminal, esto es a consecuencia de que pertenece al conjunto denominado PLATAFORMA-EDIFICIO-ESTACIONAMIENTO.

LINEAL

En la plataforma del tipo líneal (FIGURA 4.35) las aeronaves se estacionan frente a la fachada del edificio terminal, ya sea en forma paralela, perpendicular o en ángulo. Este tipo de plataforma es conveniente cuando la cantidad de aeronaves estacionadas no exceda de 5; si es mayor de 5 aeronaves, las distancias de caminata se vuelven largas y disminuye la calidad del servicio.

VEHICULAR

En la plataforma del tipo vehícular o de transporte, existen aeronaves que se localizan al otro extremo, lo que ocasiona que el servicio de conexión para salida y llegada de pasajeros aeronave-edificio terminal sea realizado por medio de un transporte terrestre, para ser trasladados los pasajeros de la aeronave al edificio terminal que se localiza retirado (FIGURA 4.36).

MUELLE

Para la plataforma del tipo muelle o de dedo las aeronaves se estacionan a lo largo, de tal manera que exista una interface con el anden (FIGURA 4.37), acomodadas alrededor del eje del dedo en forma paralela, o estacionadas perpendicularmente a dicho eje.

SATELITE

En la plataforma de estacionamiento existen uno o varios edificios rodeados de aeronaves llamados satélites, los cuales están separados del edificio terminal pero conectadas ya sea por andenes superiores, subterráneos, al nivel del piso, o por conectores (FIGURA 4.38). En este tipo de plataforma, las aeronaves se estacionan en posición radial o perpendicular alrededor del edificio satelite, el cual cuenta con una área para reunir a los pasajeros de salida y de llegada.

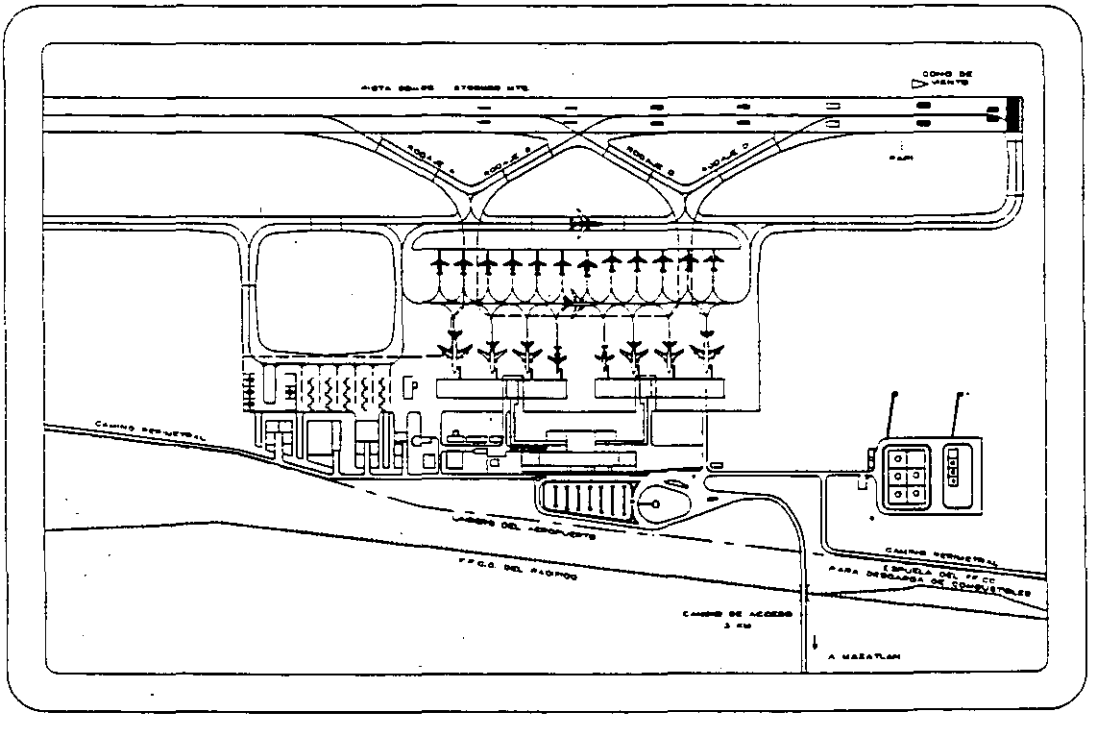


FIGURA 4.35. Plataforma tipo lineal.

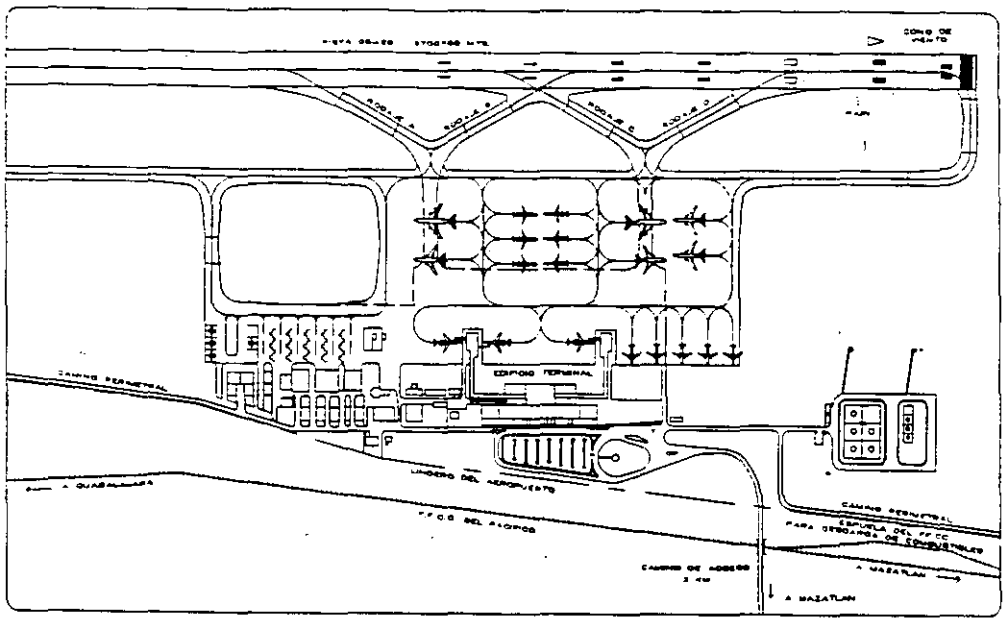


FIGURA 4.36. Plataforma tipo vehicular.

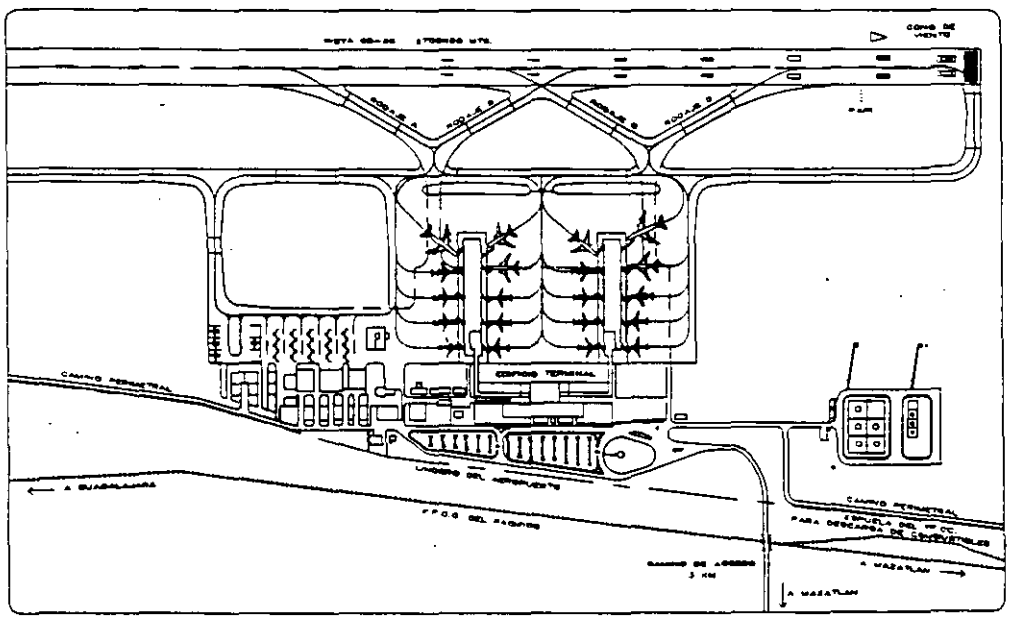


FIGURA 4.37. Plataforma tipo muelle o dedo.

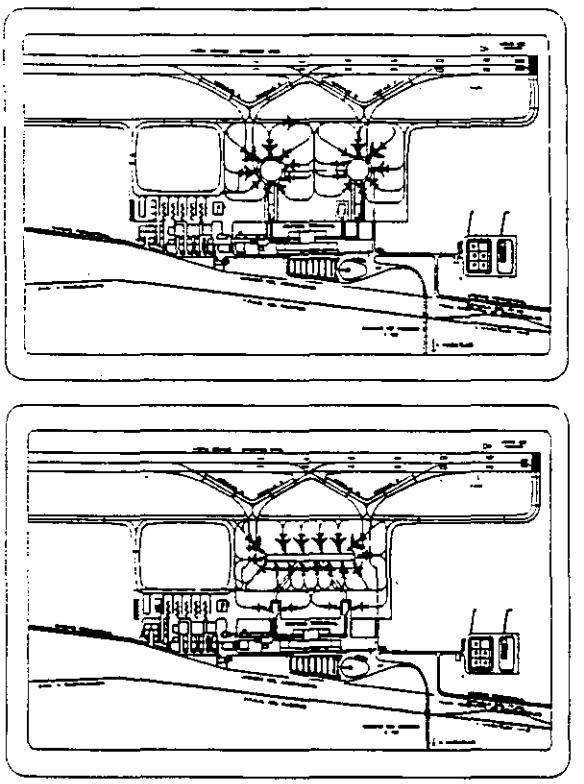


FIGURA 4.38. Plataforma tipo satélite.

Programa de Necesidades Arquitectónicas

El edificio terminal de un aeropuerto para pasajeros tiene como finalidad fundamental, el de permitir la transición de personas y sus equipajes entre dos medios diferentes de transporte, en las mejores condiciones de comodidad, tiempo y costo. El aeropuerto por la necesidad de mantener a las aeronaves estacionadas en su plataforma por un tiempo mínimo, ocasiona que se generen lapsos muy cortos para el procesamiento de los pasajeros y sus respectivos equipajes, efectuando el fenómeno de las aglomeraciones en las horas pico; el área de emplazamiento del aeropuerto que se encuentra lejana de la ciudad, la deficiencia del sistema de transporte público hacia el aeropuerto, el uso excesivo del vehículo particular, todo esto ocasiona una población de visitantes y acompañantes mayor a lo esperado, ocasionando que las áreas sean insuficientes para esto, cuando los pasajeos de salida se presentan en el aeropuerto con anticipación, con el propósito de realizar sus trámites de documentación y registro, agregando la llegada anticipada de los usuarios en previsión de eventualidades en el trayecto, también crea la necesidad de áreas mayores; el cumplimiento de seguridad; la necesidad de atender en plazos muy cortos, grandes flujos de pasajeros de llegada, los cuales ocupan bastante espacio en las áreas de control y reclamo de equipaje, etc. Todo esto refleja la necesidad de crear un sistema que satisfaga las necesidades del edificio terminal a través de un programa de necesidades del tipo arquitectonico

Este programa debe cubrir la expansión necesaria de la infraestructra aeroportuaria del aeropuerto, aunada a los cambios que puede presentar la demanda, a consecuencia del desarrollo de la región en que esta emplazado.

Su finalidad es el establecer mediante especificaciones la capacidad de cada elemento que constituye el edifico terminal, para evitar sobredimensionamiento o subdimensionamiento de ellos mismos.

El programa de necesidades arquitectónicas de un aeropuerto debe de contemplar lo siguiente:

Crecimiento de la población que rodea al aeropuerto.

La integración de un sistema de aeropuertos.

Cambios de equipo por parte de la compañías aéreas.

Evolución de los sistemas de control, manejo y seguridad de pasajeros, maletas y aeronaves, bandas transportadoras, tractores, etc.

Aumento de demanda en horas pico no contemplada.

Integración de nuevos conceptos en lo referente a lo comercial.

Flujo de Salida

Los edificios terminales de los aeropuertos son eslabones que permiten la circulación o desplazamiento de los pasajeros con su equipaje, de un elemento o sistema a otro, controlado por un análisis detallada del elemento fundamental, que es el sistema de flujos, alrededor del cual están organizadas todas las actividades que dan apoyo o soporte al procesamiento del usuario.

El flujo de salida del pasajero está determinado por requisitos que debe de cumplir un aeropuerto nacional, o internacional (FIGURAS 4.39).

Flujo de Llegada

La FIGURA 4.40, indica el flujo de llegada del pasajero al interior del edifico terminal nacional o internacional.

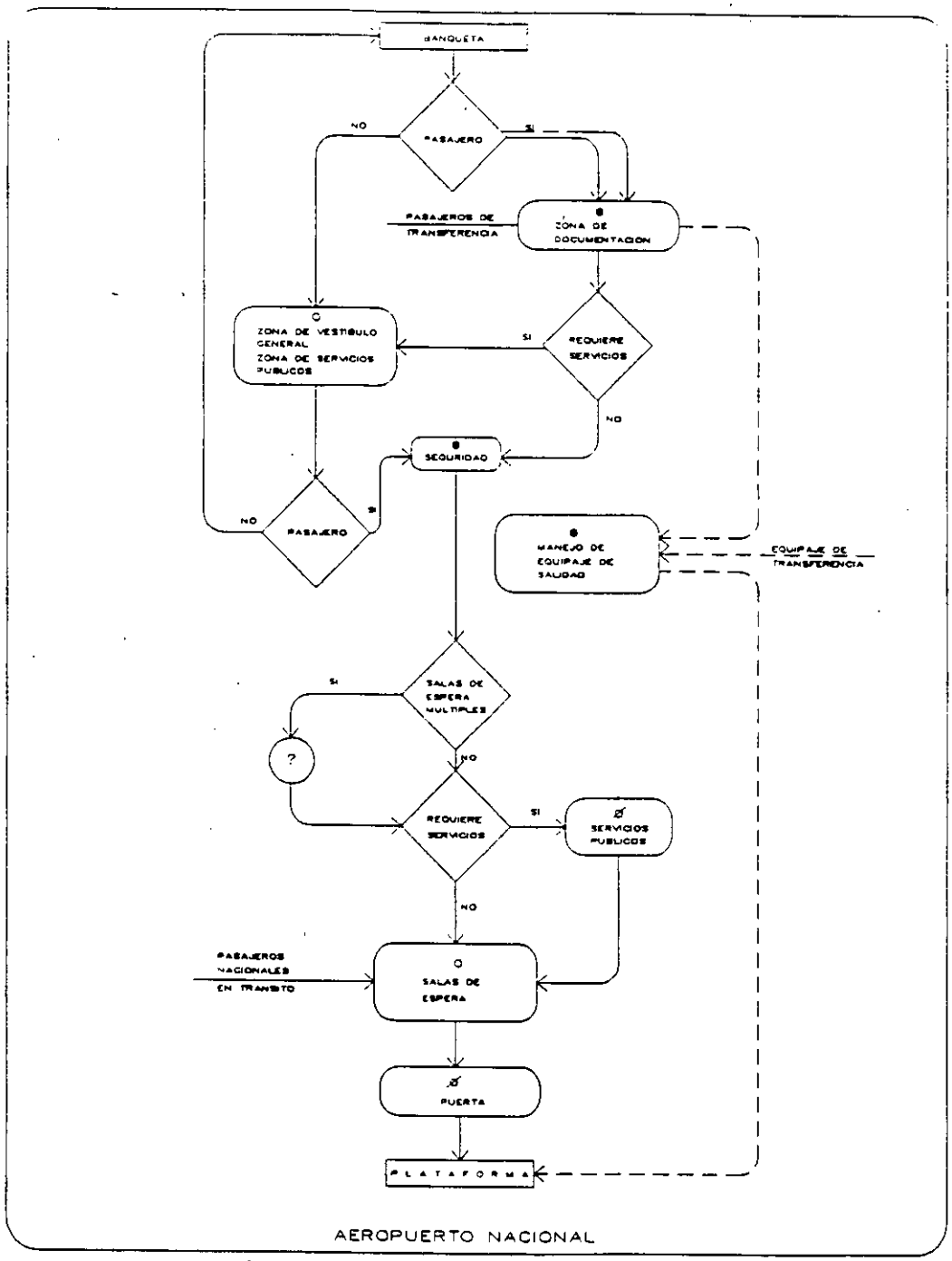
Diagramas de Flujo

Los patrones de los diagramas de flujo se encuentran determinados por los requerimientos que deben satisfacer, existiendo una interrelación estrecha entre ellos mismos y los programas de necesidades arquitectónicas (FIGURA 4.41). Este análisis representado por los diagramas de flujo, permite visualizar:

Los elementos funcionales de las terminales, asociados directamente al movimiento de los pasajeros y sus equipajes.

Los elementos funcionales cuya capacidad depende de la demanda y el modo en que se relacionan a ella.

Los elementos funcionales cuya capacidad es en cierta medida independientes de la demanda.



AEROPUERTO NACIONAL

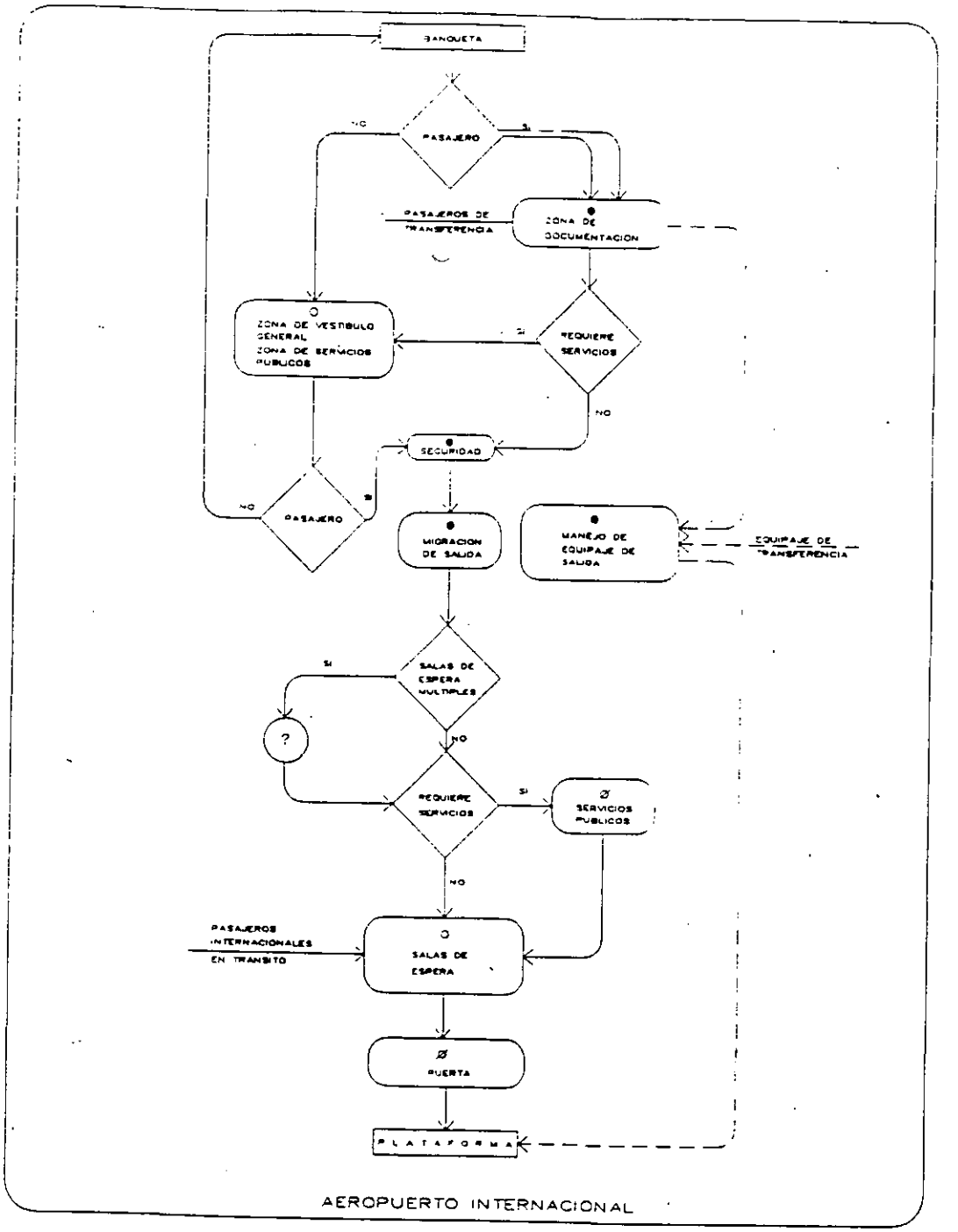
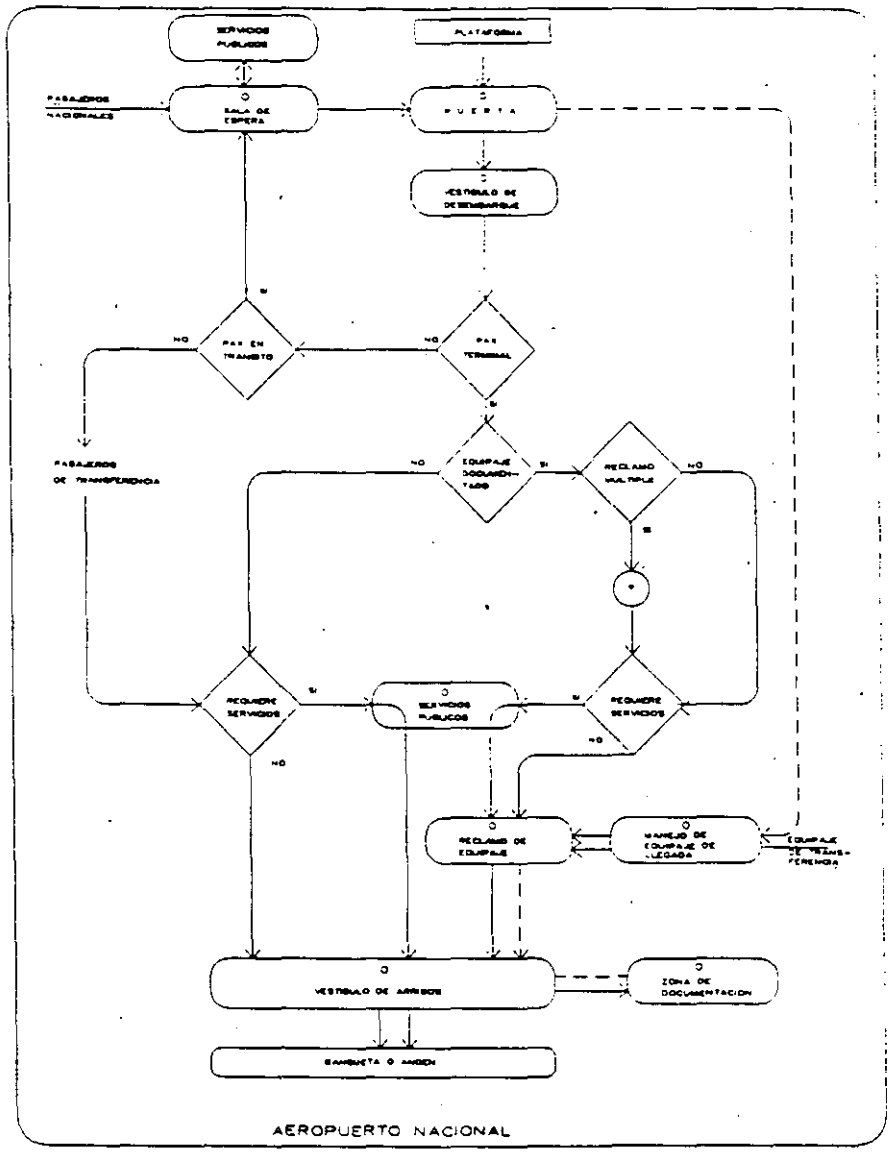


FIGURA 4.39. Diadrama de flujo de pasajeros de salida.



AEROPUERTO NACIONAL

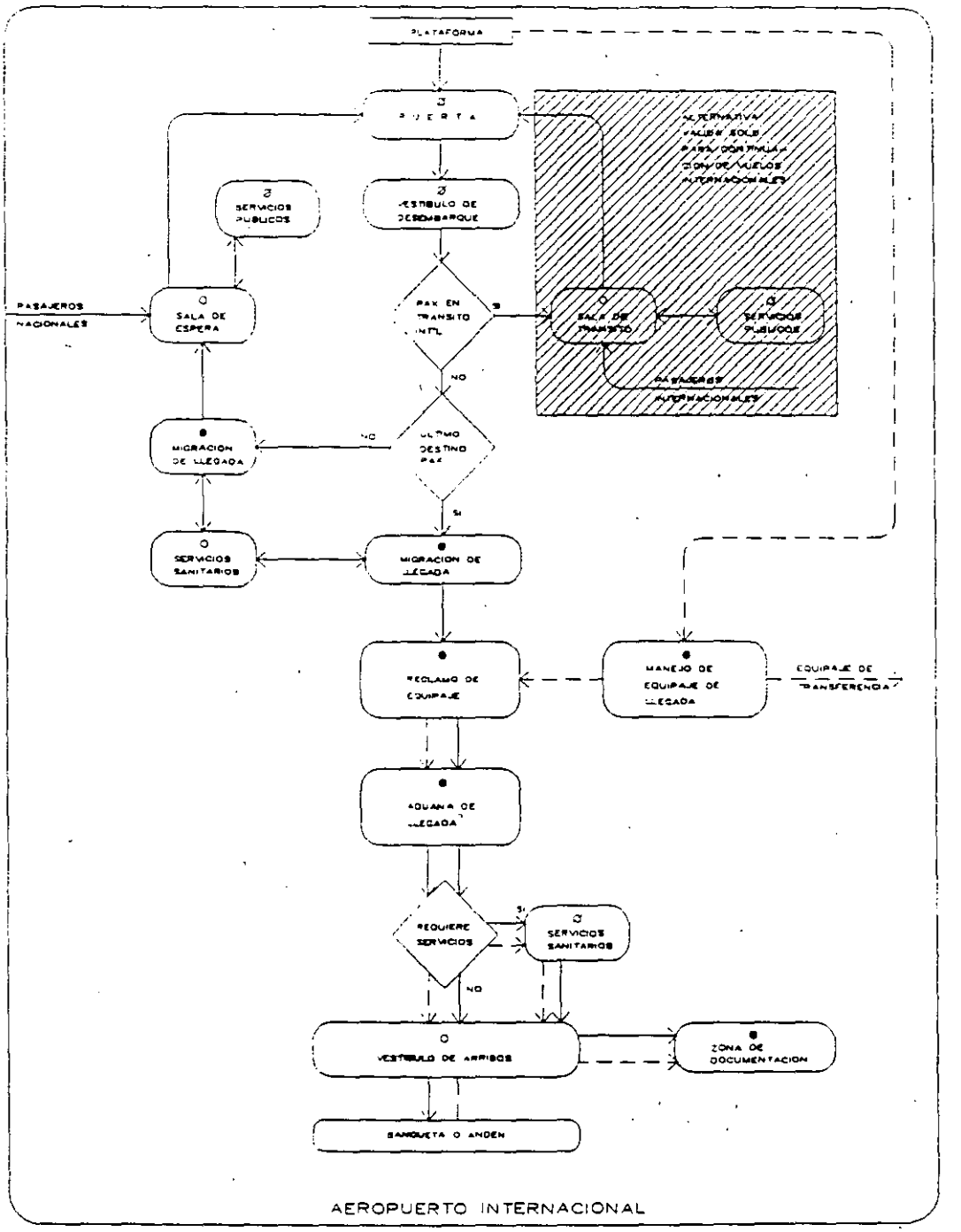


FIGURA 4.40. Diagrama de flujo de pasajeros de llegada.

Los elementos funcionales que intregran un edifico terminal de un aeropuerto son los siguientes:

Areas para precesamiento de pasajeros y equipajes.

Areas generales para el público.

Areas publicas de servicio.

Areas restringidas de servicio.

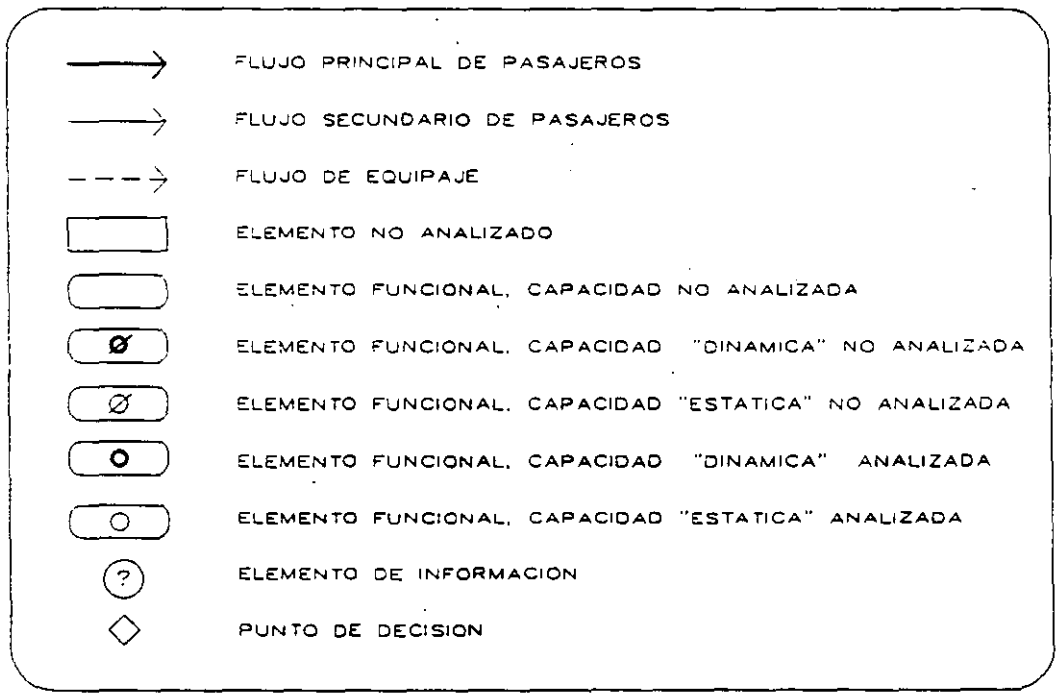


FIGURA 4.41. Simbología del diagrama de flujo.

Horizontal

El edificio más complejo de un aeropuerto es el edificio terminal para pasajeros, el cual debe estar diseñado para atender todas las actividades que se generan en él. La determinación del desarrollo de un área terminal depende de varios factores que por lo general son diferentes, ocasionando que los edificios actuales se transformen para atender la demanda esperada. Por eso el desarrollo horizontal comprende los siguientes programas para el crecimiento de un edificio terminal:

Programa arquitectónico en un nivel para 1 a 5 posiciones en plataforma (FIGURA 4.42).

Proceso de pasajeros en planta baja y planta alta, actividades complementarias en planta alta o sotano de 3 a 10 posiciones en plataforma (FIGURAS 4.43 y 4.44).

Proceso de pasajeros en planta alta y planta baja y actividades complementarias en tercer y cuarto nivel y sotano, para más de 10 posiciones en plataforma (FIGURA 4.45).

Centralizado

En el proceso centralizado de un edificio terminal para pasajeros tipo horizontal, su característica es que la zona de documentación se encuentra al centro en la planta baja y los servicos en ambos lados.

Descentralizado

Aquí el proceso es del tipo descentralizado donde la zona de documentación se encuentra a un lado, en la planta baja.

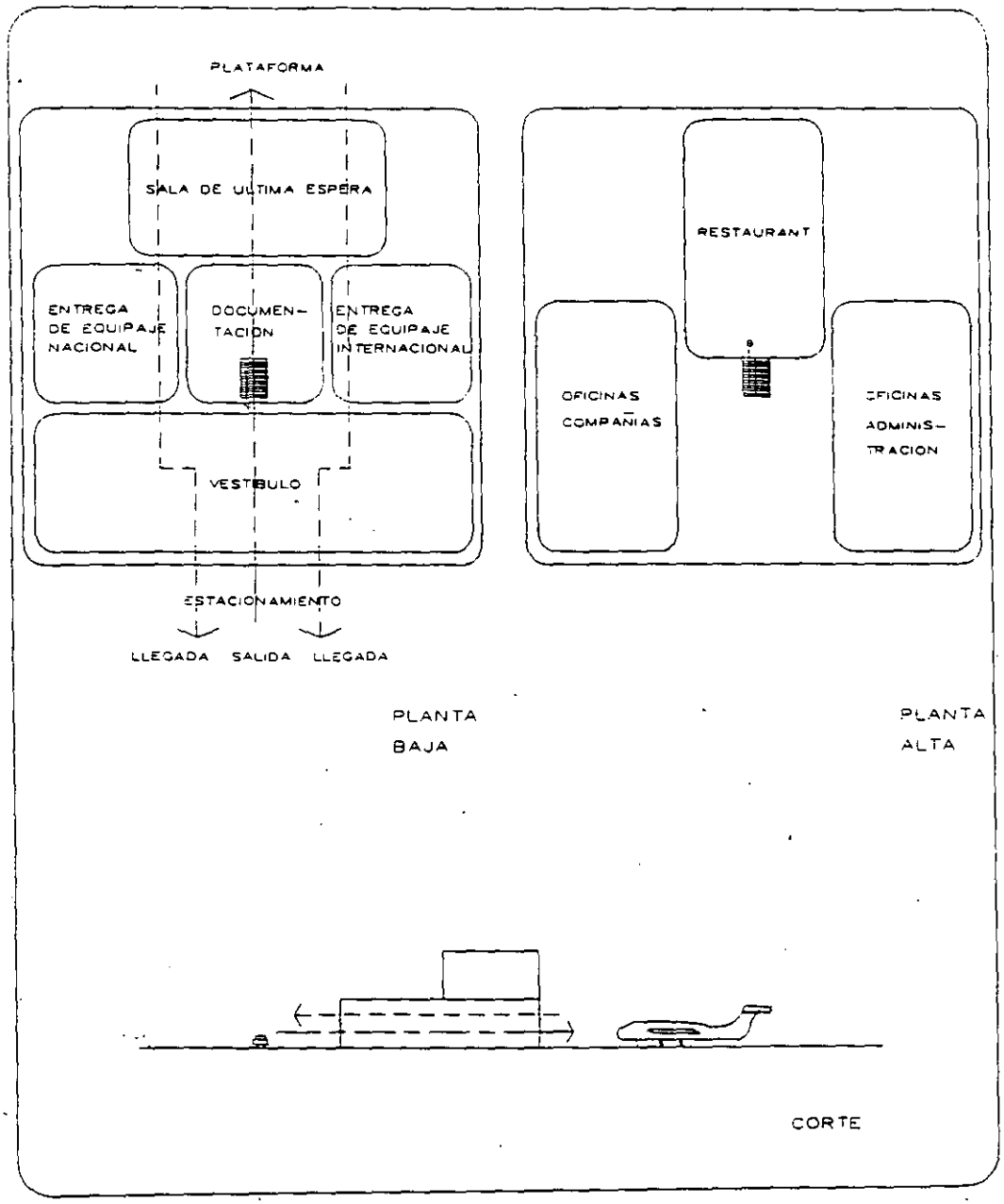


FIGURA 4.42. Proceso lineal en un solo nivel.

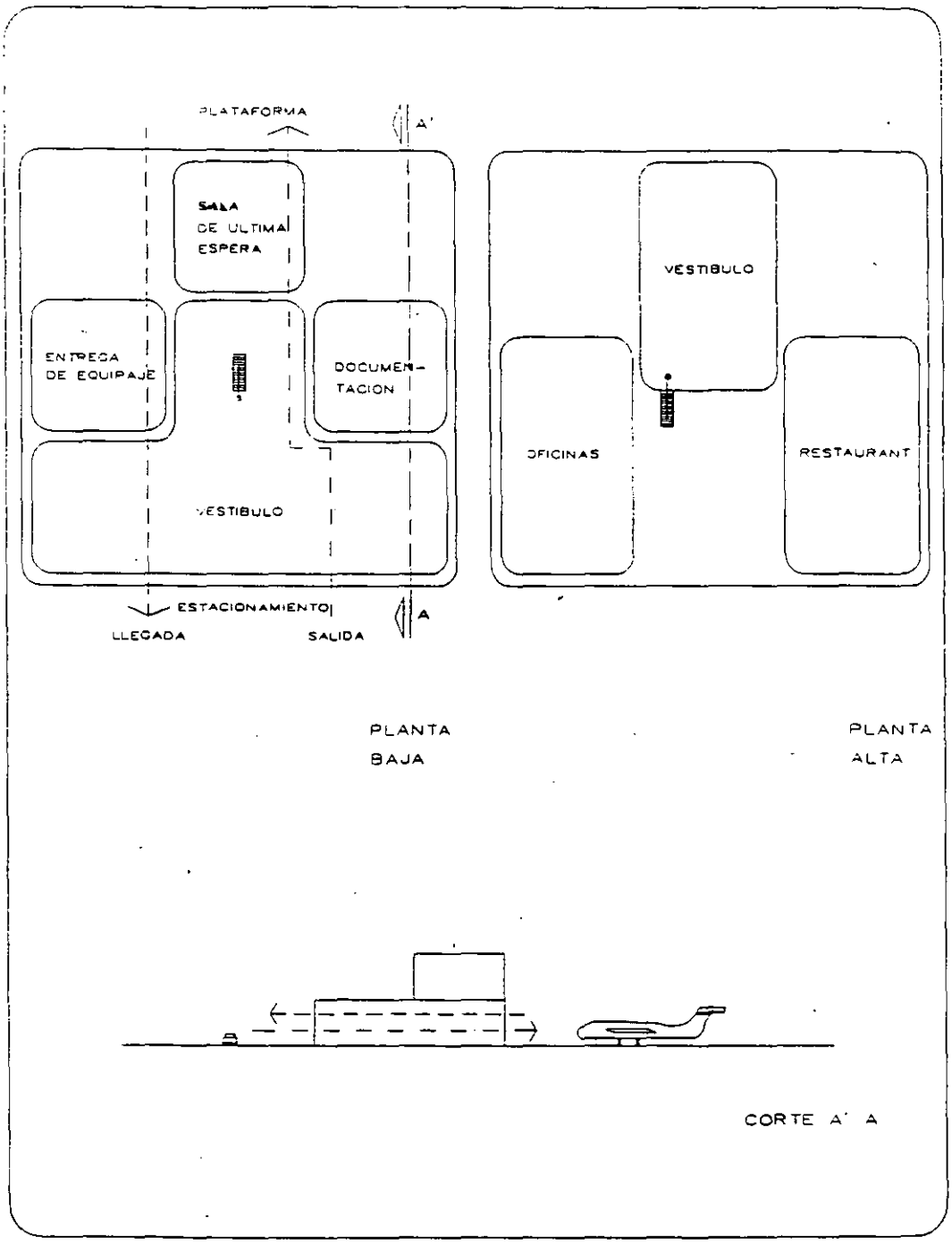


FIGURA 4.43. Proceso lineal en un solo nivel.

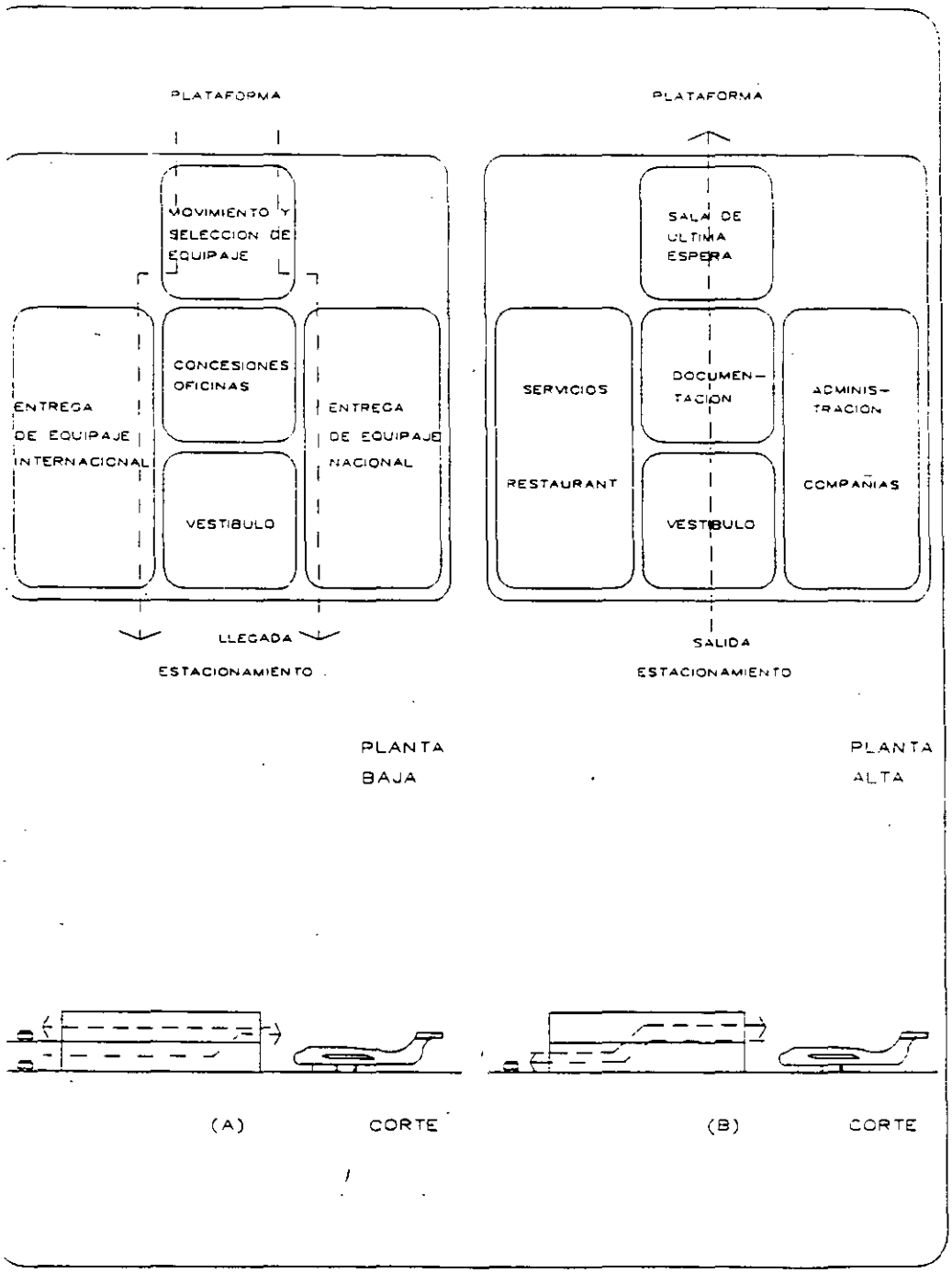


FIGURA 4.44. Proceso sobrepuesto.

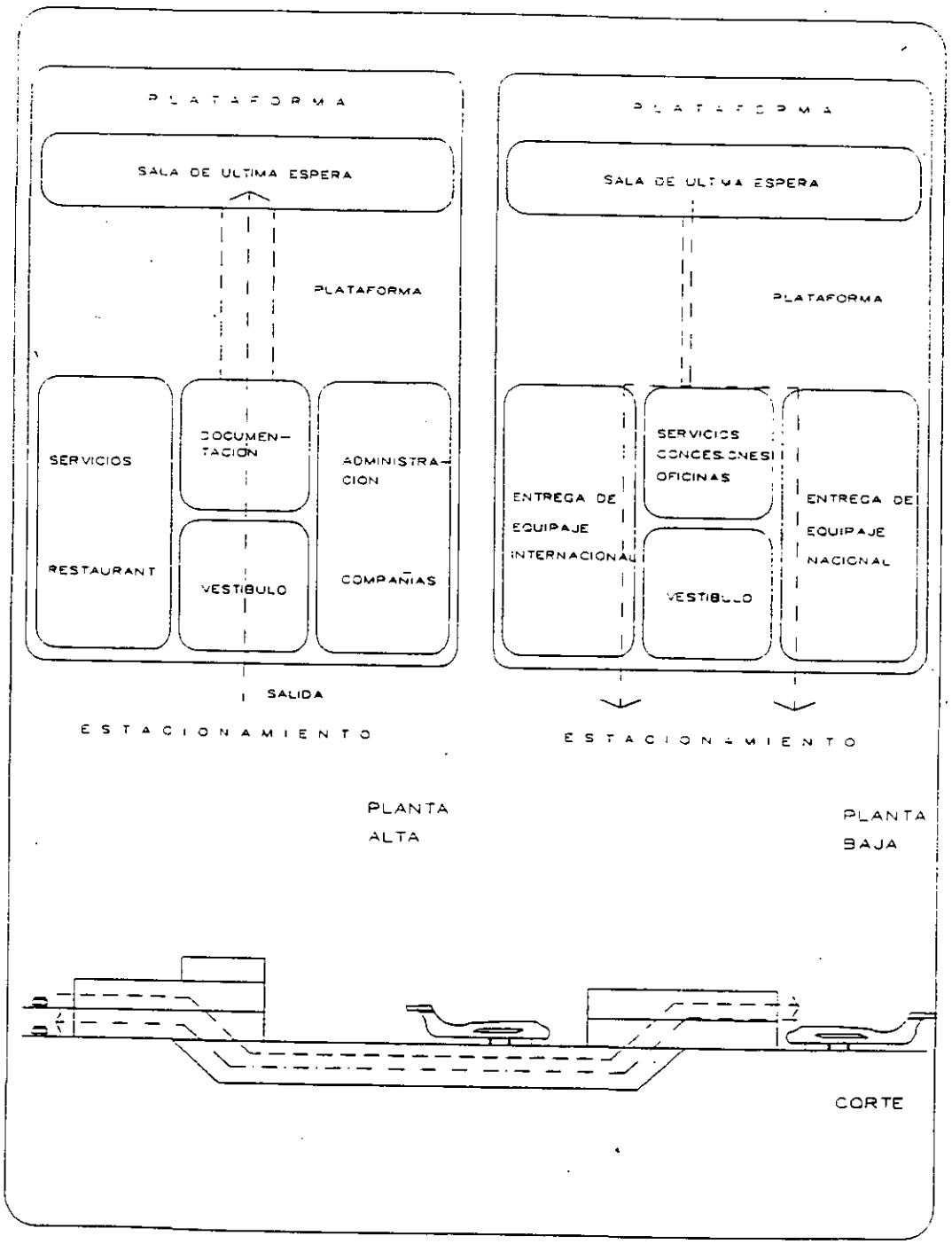


FIGURA 4.45. Proceso sobrepuesto.

Tipo Vertical

Al determinar la geométria del edifico terminal para pasajeros existen conceptos que se desarrollan a través del programa de necesidades arquitectónicas, donde se integran de la mejor manera la operación de la zona aeronáutica con la zona de proceso de pasajeros, administración y mantenimiento. Estos conceptos son fundamentales para el control y crecimiento del edificio, principalmente si se está desarrollando en forma vertical. A continuación se indican algunos programas de este tipo:

Programa arquitectónico en un nivel con crecimiento lento, de 1 a 5 posiciones libres en la plataforma.

Programa arquitectónico en dos niveles con crecimineto intermedio, de 3 a 10 posiciones en contacto en la plataforma.

Programa arquitectónico en tres o más niveles con crecimiento rápido, de 10 a 18 posiciones en contacto en la plataforma.

1 Nivel

Aquí el proceso vertical de un nivel puede ser en cualquiera de los niveles del edificio terminal y los servicios y oficinas se localizan en otro de los niveles, como lo muestra la FIGURA 4.46.

2 Niveles

En el proceso vertical de 2 niveles o más también llamado proceso de sobrepuesto, la actividad la realiza en cualquiera de los niveles, y la llegada y salida para pasajeros puede encontrarse en la planta baja o en la planata alta (FIGURA 4.45).

Criterios de Diseño

En el diseño arquitectónico del edificio terminal para pasajeros, se manejan esquemas de organización mediante los cuales se controla el flujo de pasajeros de llegada y de salida, lo que

constituye la escencia del proceso. Los elementos principales que componen el proceso del pasajero son los siguientes:

Area de documentación.

Sala de última espera.

Area de entrega de equipaje.

Area de concesiones.

Areas de oficinas y vestibulos.

Los factores que condicionan, generan y determinan los criterios del diseño del edificio terminal son los siguientes:

CAPACIDAD FISICA PARA EL DESARROLLO DEL AREA TERMINAL. Verificar y en su caso ajustar la cercanía de pistas de vuelo, separación de los edificios que integran el área terminal y la vialidad exterior.

TIPOLOGIA DEL AEROPUERTO. Actividad principal del proceso nacional o internacioal del pasajero, combinación, vuelos saturados y sobrecarga de la capacidad del sistema y del mismo edificio, infraestructura de apoyo y expansión en el área terminal.

GENERACION EN LA QUE SE ENCUENTRA EL AEROPUERTO. Velocidad de crecimiento del sistema aeroportuario.

TIPO DE PROCESO DE PASAJEROS. Hora pico, procesos especiales vuelos fletados del tipo charter, pasajeros en tránsito, minusvalidos, esquema de organización especial, etc.

Diagramas de Relaciones

El programa de necesidades arquitectónicas es la descripción o listado de los locales o elementos que integran las instalaciones del edificio terminal en forma cualitativa (FIGURA 4.46), posteriormente los datos relativos a las áreas o elementos son vaciados en el programa en forma cuantitativa, como lo muestra las TABLAS 4.9, 4.10 y 4.11.

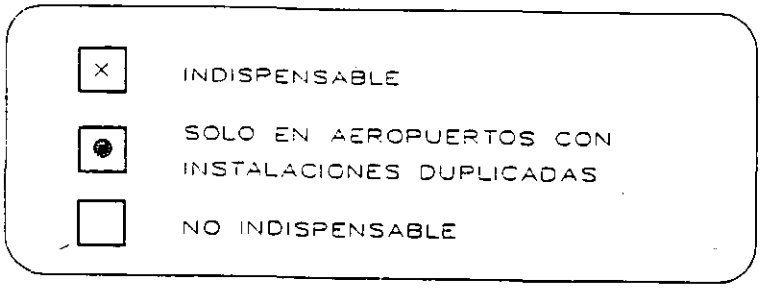


FIGURA 4.46. Simbología

A continuación se describen las actividades fundamentales que realiza cada uno de los elementos funcionales principales, presentando la relación de sus componentes básicos:

AREAS PARA PROCESAMIENTO DE PASAJEROS Y EQUIPAJE. Son los locales o elementos en donde se realizan los trámites de registro, documentación y control de los pasajeros y sus equipajes, incluyendo áreas de espera exclusivas. Estas áreas se dividen en dos zonas:

ZONA DE SALIDA

Vestíbulo de documentación.

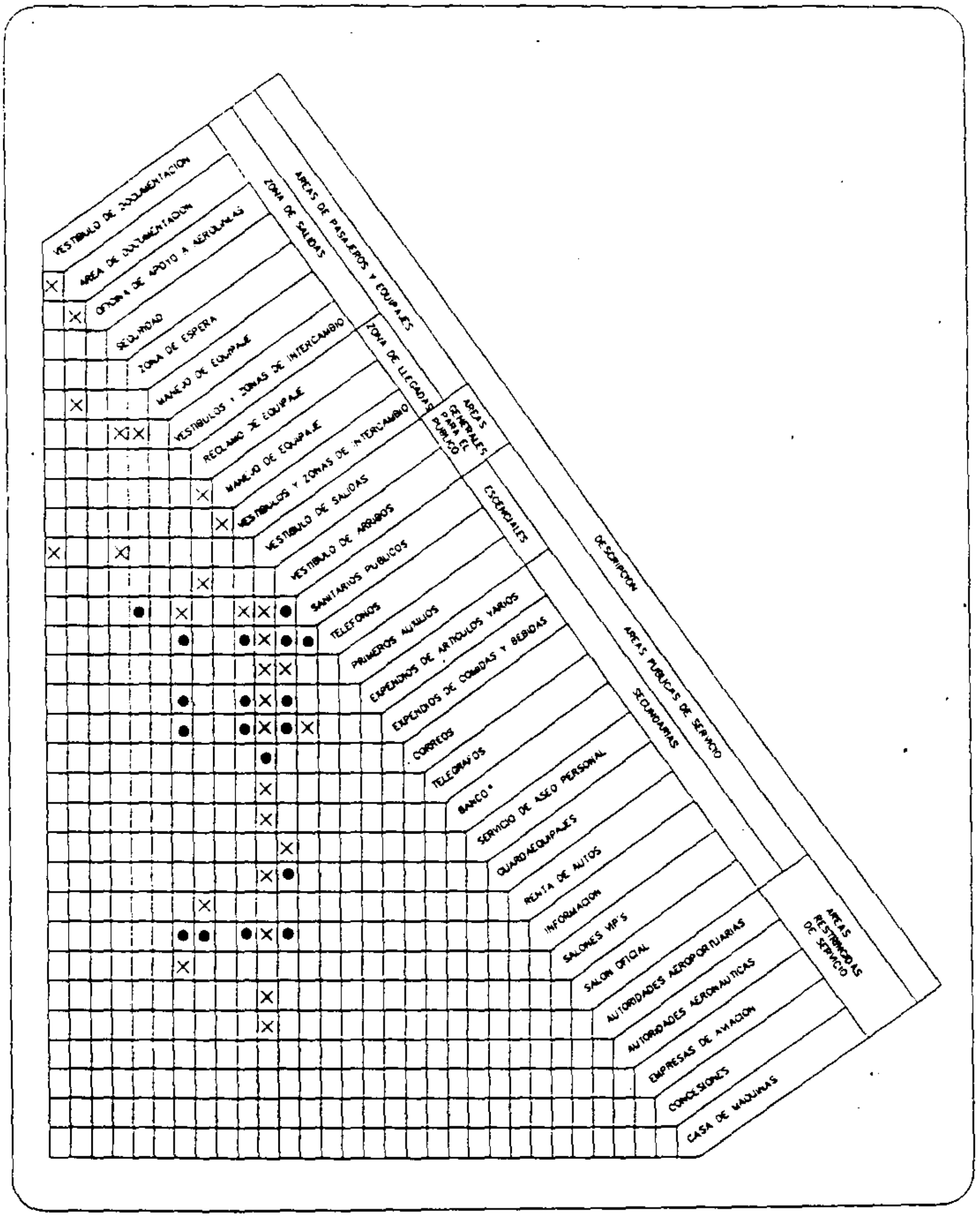
Oficinas de apoyo de las aerolineas.

Oficinas de apoyo de las aerolineas.

Areas de control de frontera (aduana y/o migración).

Areas para revisión de seguridad.

Zonas de espera exclusivas de pasajeros.



DESCRIPCION			VESTIBULO DE DOCUMENTACION	AREA DE DOCUMENTACION	OFICINA DE APOYO A AEROLINEAS	SEGURIDAD	ZONA DE ESPERA	MANEJO DE EQUIPAJE	VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO	RECLAMO DE EQUIPAJE	MANEJO DE EQUIPAJE	VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO	VESTIBULO DE SALIDAS	VESTIBULO DE ARRIBOS	SANITARIOS PUBLICOS	TELEFONOS	PRIMEROS AUXILIOS	EXPENDIOS DE ARTICULOS VARIOS	EXPENDIOS DE COMIDAS Y BEBIDAS	CORREOS	TELEGRAFOS	BANCO *	SERVICIO DE ASEO PERSONAL	GUARDAEQUIPAJES	RENTA DE AUTOS	INFORMACION	SALONES VIP'S	SALON OFICIAL	AUTORIDADES AEROPORTUARIAS	AUTORIDADES AERONAUTICAS	EMPRESAS DE AVIACION	CONCESIONES
AREAS DE PASAJEROS Y EQUIPAJES	ZONA DE SALIDAS	VESTIBULO DE DOCUMENTACION																														
		AREA DE DOCUMENTACION	X																													
		OFICINA DE APOYO A AEROLINEAS		X																												
		SEGURIDAD																														
		ZONA DE ESPERA																														
		MANEJO DE EQUIPAJE		X																												
		VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO				X	X																									
	ZONA DE LLEGADAS	RECLAMO DE EQUIPAJE																														
		MANEJO DE EQUIPAJE								X																						
		VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO									X																					
AREAS GENERALES PARA EL PUBLICO		VESTIBULO DE SALIDAS	X			X																										
		VESTIBULO DE ARRIBOS								X																						
AREAS PUBLICAS DE SERVICIO	ESCENCIALES	SANITARIOS PUBLICOS					●		X			X	X	●																		
		TELEFONOS							●			●	X	●	●																	
		PRIMEROS AUXILIOS											X	X																		
		EXPENDIOS DE ARTICULOS VARIOS							●			●	X	●																		
		EXPENDIOS DE COMIDAS Y BEBIDAS							●			●	X	●	X																	
	SECUNDARIAS	CORREOS											●																			
		TELEGRAFOS											X																			
		BANCO *											X																			
		SERVICIO DE ASEO PERSONAL												X																		
		GUARDAEQUIPAJES											X	●																		
		RENTA DE AUTOS								X																						
		INFORMACION							●	●		●	X	●																		
		SALONES VIP'S							X																							
		SALON OFICIAL											X																			
AREAS RESTRINGIDAS DE SERVICIO		AUTORIDADES AEROPORTUARIAS											X																			
		AUTORIDADES AERONAUTICAS																														
		EMPRESAS DE AVIACION																														
		CONCESIONES																														
		CASA DE MAQUINAS																														

Tabla 4.9. Matriz de interrelación de los principales elementos funcionales de un aeropuerto nacional.

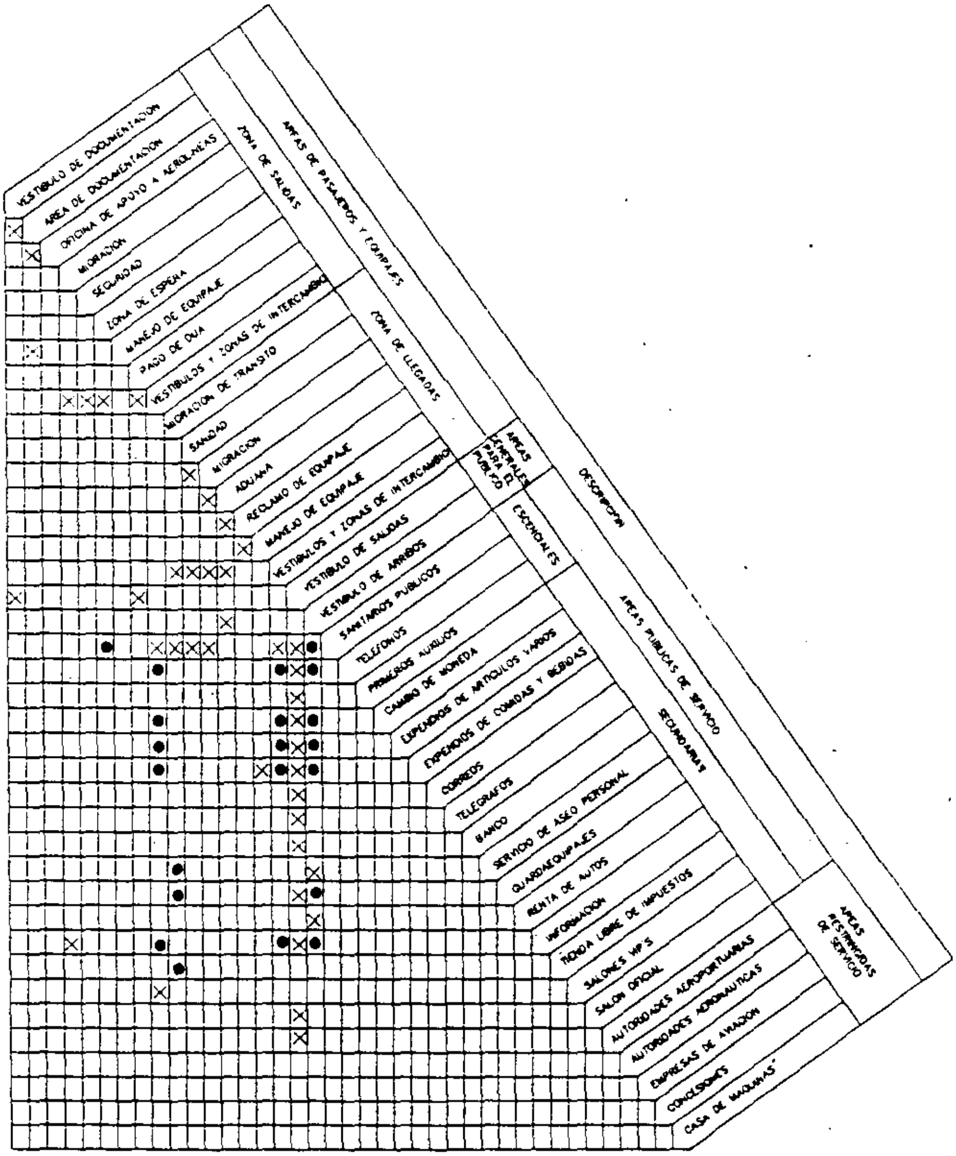


TABLA 4.10. Matriz de interrelación de los principales elementos funcionales de un aeropuerto internacional.

	VESTIBULO DE DOCUMENTACION	AREA DE DOCUMENTACION	OFICINA DE APOYO A AEROLINEAS	[illegible]	[illegible] SECUNDARIA	SEGURIDAD	ZONA DE ESPERA	MANEJO DE EQUIPAJE	VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO	MIGRACION	RECLAMO DE EQUIPAJE	MANEJO DE EQUIPAJE	VESTIBULOS Y ZONAS DE INTERCAMBIO	VESTIBULO DE SALIDAS	VESTIBULO DE ARRIBOS	SANITARIOS PUBLICOS	TELEFONOS	PRIMEROS AUXILIOS	CAMBIO DE MONEDA	EXPENDIOS DE ARTICULOS VARIOS	EXPENDIOS DE COMIDAS Y BEBIDAS	CORREOS	TELEGRAFOS	BANCO	SERVICIO DE ASEO PERSONAL	GUARDAEQUIPALES	RENTA DE AUTOS	INFORMACION	SALONES VIP'S	SALON OFICIAL	AUTORIDADES AEROPORTUARIAS	AUTORIDADES AERONAUTICAS	EMPRESAS DE AVIACION	CONCESIONES	CASA DE MAQUINAS
AREAS DE PASAJEROS Y EQUIPAJES																																			
ZONA DE SALIDAS																																			
ZONA DE LLEGADAS																																			
AREAS GENERALES PARA EL PUBLICO																																			
ESENCIALES																																			
DISTRIBUCION																																			
AREAS PUBLICAS DE SERVICIO																																			
SECUNDARIAS																																			
AREAS RESTRINGIDAS DE SERVICIO																																			

TABLA 4.11. Matriz de los principales elementos funcionales de un aeropuerto fronterizo.

Areas para manejo de equipaje de salida.

Area para pago de dua (aeropuertos internacionales).

Vestíbulo y zonas de intercambio.

ZONA DE LLEGADA

Areas de control de frontera (sanidad, migración y/o aduana).

Zonas de reclamo de equipajes.

Areas para manejo de equipaje de llegada.

Vestibulos y zonas de intercambio.

AREAS GENERALES PARA EL PUBLICO. Son elementos de circulación o espera ubicados en la terminal a los cuales tienen acceso pasajeros y visitantes e intercomunican los accesos y salidas del edificio con las zonas de documentación, de vestibulos reservados a los pasajeros de salida, de áreas para pasajeros de llegada y áreas públicas de servicio cuyo uso no estén limitadas para los pasajeros como son las áreas de sanitarios y concesiones. Estas áreas se dividen en:

Vestibulo de salida.

Vestibulo de arribos.

AREAS PUBLICAS DE SERVICIO. Son zonas en donde se ubican locales para servicios de pasajeros, vistantes y empleados del aeropuerto: cuyas áreas y ubicación dependen del volumen de la demanda y de las magnitud del edificio terminal. Estas áreas se dividen en:

SERVICIOS ESENCIALES.

Sanitarios.

Telefonos.

Primeros auxilios.

Cambio de moneda (aeropuertos internacionales).

SERVICIOS SECUNDARIOS.

Expendios de artículos varios.

Expendios de comidas y bebidas.

Correos.

Telégrafos.

Banco.

Servicios de aseo personal.

Guardaequipajes.

Renta de automóviles.

Información general de hoteles y turismo.

Tiendas libres de impuestos (aeropuertos internacionales).

AREAS RESTRINGIDAS DE SERVICIO. Son locales que por lo general no están a la vista del público, por desarrollar actividades tales como el control aéreo, la administración del propio aeropuerto, las de las empresas aéreas o de concesionarios. Estas áreas se clasifican de la siguiente manera:

Areas para autoridades aeroportuarias.

Areas para autoridades aeronáuticas.

Areas para servicios de empresas de aviación.

Areas para servicios de concesionarios.

Areas para casa de máquinas.

Diseño Funcional

Para que pueda desarrollarse el diseño funcional del edificio terminal para pasajeros, es necesario analizar los principales sistemas y soluciones existentes por medio de los diferentes diagramas de flujo y de relaciones, evaluando sus ventajas y desventajas, para la aplicación a las necesidades de la infraestructura aeroportuaria .

Dentro del diseño funcional se debe plantear simultaneamente la respuesta a la demanda actual, así como las ampliaciones subsecuentes, siguiendo el criterio operativo y el concepto de área terminal que sea más adecuado a las características propias del aeropuerto de acuerdo a su tipología, velocidad de crecimiento, inversión programada y alternativas del plan que se proponga.

Consideraciones

En el diseño funcional es necesario comprender las actividades que se llevan a cabo en el edificio terminal, para ésto estan agrupadas de la siguiente manera:

PROCESO SALIDA DE PASAJEROS NACIONALES

Estacionamiento.

Documentación.

Tarifa de uso del aeropuerto (TUA).

Equipo de revisión de pasajeros y equipaje (ERPE).

Sala de última espera (SUE).

Aeronave.

PROCESO SALIDA PASAJEROS INTERNACIONALES.

Estacionamiento.

Documentación

Tarifa de uso del aeropuerto.

Equipo de rervisión de pasajeros y equipaje.

Migración.

Sala de última espera.

Aeronave.

PROCESO LLEGADA PASAJEROS NACIONALES

Aeronave.

Recepción de equipaje.

Sala de espera de visitante .

Estacionamiento

PROCESO LLEGADA PASAJEROS INTERNACIONALES.

Aeronave.

Sanidad.

Migración.

Recepcion de equipaje.

Aduana.

Sala de espera de visitante.

Estacionamiento.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS-PUBLICO.

Compra de artículos.

Información.

Alimentos.

Comunicación.

Espera.

Servicios.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS-OPERACION Y PROCESO INTERNO.

Autoridades.

Administración y mantenimiento.

Compañías.

PROCESO SALIDA PASAJEROS.

Vestíbulo.

Acceso peatonal al edificio terminal.

Servicio de información y ambulatorio.

Guardaequipaje.

PROCESO DE REGISTRO DE EQUIPAJE Y DOCUMENTACION.

Número de agentes.

Superficie de registro y documentación.

Superficie de cola.

Longitud de cola.

Longitud de documentación.

Longitud de mostradores.

Area de vestíbulo general.

MANEJO DE EQUIPAJE.

Area de manejo de equipaje.

Número de bandas.

Oficina de control.

Anden de carga.

Baños y vestidores de empleados.

Oficinas de compañías de Aviación.

Area de oficinas, venta de boletos, apoyo a la documentación.

Sala general de salida.

Dua.

Erpe.

Información.

Area de sala de espera general.

Sanitarios en sala de espera general.

Area de concesiones menores.

Información.

Reservaciones.

Directorios.

SALA DE MIGRACION Y SEGURIDAD.

Sala de espera.

Sanitarios para hombres y mujeres.

Andén de embarque.

PROCESO LLEGADA PASAJEROS.

SALA DE SANIDAD Y MIGRACION.

Andén de arribo.

Número de filtros.

Area de oficinas.

RECLAMO DE EQUIPAJE.

Número de carruseles.

Area de sala.

Sanitarios.

REVISION ADUANAL.

Número de mesas.

Area de oficinas.

Retención de equipajes.

Maletas perdidas.

Vigilancia y seguridad.

SALA DE BIENVENIDA.

Area de sala.

Oficinas de turismo.

Reservaciones.

Renta de autos, hoteles, transporte colectivo, taxis, ambulatorio y andén de salida.

MANEJO EXTERIOR DE EQUIPAJE.

Area de manejo de equipaje.

Número de bandas.

Oficina de control.

Andén de descarga.

Sanitarios y vestidores para empleados.

SALON OFICIAL.

Vestíbulo de acceso.

Pequeño auditorio.

Sala de descanso con cafetería.

Sanitarios.

Escalareas de servicio.

AREAS COMPLEMENTARIAS-PROCESO Y OPERACION.

COMUNICACION EMPLEADOS Y ABASTECIMIENTO.

Vías de servicio de doble circulación.

Andén de carga y descarga, patio de maniobras.

Estacionamiento para empleados con circulaciones internas.

Escaleras de servicio.

Zona de espera y parada de autobuses para el personal.

Acceso, vestíbulo y comunicación por ascensores.

ADMINSTRACION.

ZONA ADMINSTRATIVA.

información.

Circulación.

Oficinas de las secretarías de estado.

Oficina de computación y sistema de sonido.

Servicios.

Sanitarios para hombres y mujeres.

Escaleras de servicio.

Zona de elevadores y vestíbulo de acceso.

SERVICIOS GENERALES.

Base de mantenimiento.

Bodegas de alimentos.

Recepción y control de:

Adminstración y control de calidad.

Bodega de legumbres y frutas.

Bodegas de refrescos y vinos.

Bodegas de latería y derivados.

Frigorífico.

Montacargas y ducto de alimentos.

Departamento de blancos y ducto.

Ducto para basura.

Máquinas para computación.

Subestación eléctrica.

Cuartos de máquinas.

Baños generales.

SERVICOS ESPECIALES.

PRIMEROS AUXILIOS.

Recepción.

Sala de espera.

Primeros auxilios y consultorio.

Zona de ambulancia.

Andén de emergencia.

Recepción de emergencia.

Sala de operaciones de emergencia.

SEGURIDAD.

Departamento de pérdidas o robos.

Jefe de seguridad.

Departamento de confiscación de drogas y contrabando.

Celda.

Perrera.

Bodega.

Concepto Arquitectónico

Dentro del concepto arquitectónico para el edificio terminal de un sistema aeroportuario, este debe buscar la capacidad y eficiencia del sistema que lo integra, simplificandolo y optimizando racionalmente. Buscando adecuar el uso del espacio existente para hacer directo e inmediato el tránsito de pasajeros y maletas a la aeronave y vicerversa, concentrando los servicios; propor-

cionando una mayor fluidez y comodidad al usuario, a los prestadores de servicios, a las autoridades y a los administradores.

ESTACIONAMIENTO

El conjunto de edificios que integran un aeropuerto corresponden a un plan de proyecto y construcción, que establece con arreglo a las necesidades previsibles planeando el aeropuerto con amplia visión, evitando las reformas de adaptación que sean muy frecuentes, y previendo la futuras fases de desarrollo que necesariamente se tendrán que efectuarse para adaptar a las necesidades que se vayan presentando.

Por lo general las necesidades futuras dependen de la evolución tecnológica del material aeronáutico, y las modalidades peculiares de algunos edificios dependen de este desarrollo. La construcción de edificios de un aeropuerto no depende solamente de las necesidades de tráfico, por el contrario, los aeropuertos se establecen por el estado o por compañías particulares.

Los proyectos de edificios se basan la mayor parte de las veces en la idea de cubrir las necesidades momentáneas con el mínimo gasto, por eso al proyectar el edificio con sus detalles (elementos que lo constituyen), es necesario ubicar todas las edificaciones que puedan preveerse, con superficies que cumplan ampliamente las necesidades futuras, dejando espacios con el objeto de que no existan obstáculos para las ampliaciones necesarias.

La zona de estacionamiento para vehículos debe estar situada en las proximidades del edificio terminal. Con la finalidad de no molestar al viajero haciendolo recorrer a pie grandes distancias, ya sea para efectuar su proceso, o el de buscar su automóvil a su salida del edifico.

El número de aparcamientos para una zona de estacionamiento debe estar planificada de tal manera que en las horas pico no exista saturación en su interior y evite congestionamientos en las zonas de circulación y de acceso vehícular que se encuentran en el entorno del aeropuerto.

A continuación se indican los diferentes estacionamientos con que puede contar un aeropuerto según su tipología establecidad:

ESTACIONAMIENTO PARA EL PUBLICO EN GENERAL. Este tipo de estacionamiento está destinado por lo general a los vehículos automotores de los usuarios, acompañantes y visitantes que entrarán al edificio terminal.

ESTACIONAMIENTO PARA EMPLEADOS. En este estacionamiento se aparcaran los vehículos automotores que utilizan los empleados del aeropuerto para su traslado de su hogar a su trabajo.

ESTACIONAMIENTO OFICIAL. Este estacionamiento da servicio a las autoridades que se localizan en el aeropuerto.

ESTACIONAMIENTO PARTICULAR. Es el estacionamiento destinado para vehículos que prestan servicio al pasajero.

Horizontal

El estacionamiento para automóviles del tipo horizontal es un área descubierta al raz del suelo, en donde se aparcan los vehículos que quedan expuestos a las inclemencias del tiempo.

Vertical

El estacionamiento para vehículos del tipo vertical es un edificio descubierto en sus lados, de dos o más niveles, donde la mayoría están protegidos contra las inclemencias del tiempo.

Vialidad

El acceso terrestre desde la ciudad al aeropuerto es un factor muy importante en la infraestructura aeroportuaria, a consecuencia de que el usuario principalmente, se traslada en su automóvil, taxi o autobus.

El diseño del sistema de acceso del aeropuerto debe de considerar la concentración y el proceso de pasajeros y carga en el área de la ciudad y otros centros de alta demanda; el traslado de pasajeros, carga y tráfico de servicio al aeropuerto mediante vehículos de superficie y la

distribución del tráfico de acceso y el tráfico de circulación interna hasta los estacionamientos y bodegas, todo esto basado en la demanda esperada.

Tomando en cuenta lo mencionado en el parrafo anterior, la vialidad del aeropuerto debe de adaptarse a la diversidad de necesidades de los usuarios.

CAPITULO 5

SISTEMA AEROPUERTO

La infraestructura aeroportuaria es un conjunto de instalaciones que sirven para efectuar la transición de pasajeros y su equipaje, y carga aérea de un medio de transporte a otro, trabajando todas en armonía, eficacia, rápidez, seguridad, comodidad, etc.

El sistema aeropuerto es un conjunto de elementos integrados que a través de procedimientos, opera en un ambiente específico, satisfaciendo la demanda que se presenta y preparandose para la futura, en base a su capacidad de infraestructura (FIGURA 5.1).

A continuación se mencionan los subsistemas que integran al sistema aeropuerto:

SUBSISTEMA AEREO. Este sistema esta formado por los espacios aéreos del aeropuerto, las ayudas a la navegación y la interrelación con otros aeropuertos.

SUBSISTEMA AERONUATICO-TERRESTRE. Forma este sistema las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas, ayudas a la navegación visual y por instrumentos.

SUBSISTEMA ZONA TERMINAL. En este sistema su elemento es el edifico terminal.

SUBSISTEMA TERRESTRE. Este sistema lo forman las vías de acceso al aeropuerto, zonas de carga y descarga de pasajeros y mercancías, circulaciones exteriores y estacionamientos para vehículos.

SUBSISTEMA DE ALIMENTACION, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES. Este sistema lo forman los tanques de almacenamiento, tuberías, bombas, filtros, vehículos y equipo auxiliar para el suministro de combustible a las aeronaves.

SUBSISTEMA ZONA INDUSTRIAL. En este sistema se encuentran los talleres de servicio a las aeronaves, hangares, locales de mantenimiento, talleres industriales e industrias auxiliares.

Los cinco primeros subsistemas son determinantes en la capacidad del aeropuerto, por estar intimamente ligados todos ellos.

FIGURA 5.1. Conjunto de sistemas que integran la infraestructura aeroportuaria.

Para que el Sistema Aeropuerto opere en forma optima, este debe estar bien conservado, además de bien diseñado y construido. En caso de que cuando al menos alguno de ellos no opere correctamente en forma individual, el sistema en su conjunto no lo hará.

ESPACIO AEREO

El espacio aereo del sistema aeropuerto se clasifica en controlado y libre (FIGURA 5.2). En el espacio aéreo controlado, los vuelos de las aeronaves se efectuan mediante las combinaciones estipuladas de rumbo y altitud. Este espacio aéreo abarca desde el suelo que rodea al aeropuerto hasta las áreas central y de transición, de las zonas de control, y en el espacio aéreo libre las aeronaves vuelan según las reglas de la carretera, a altitudes prefijadas de los rumbos, siendo los pilotos responsables de mantener las distancias de seguridad entre sus respectivas aeronaves.

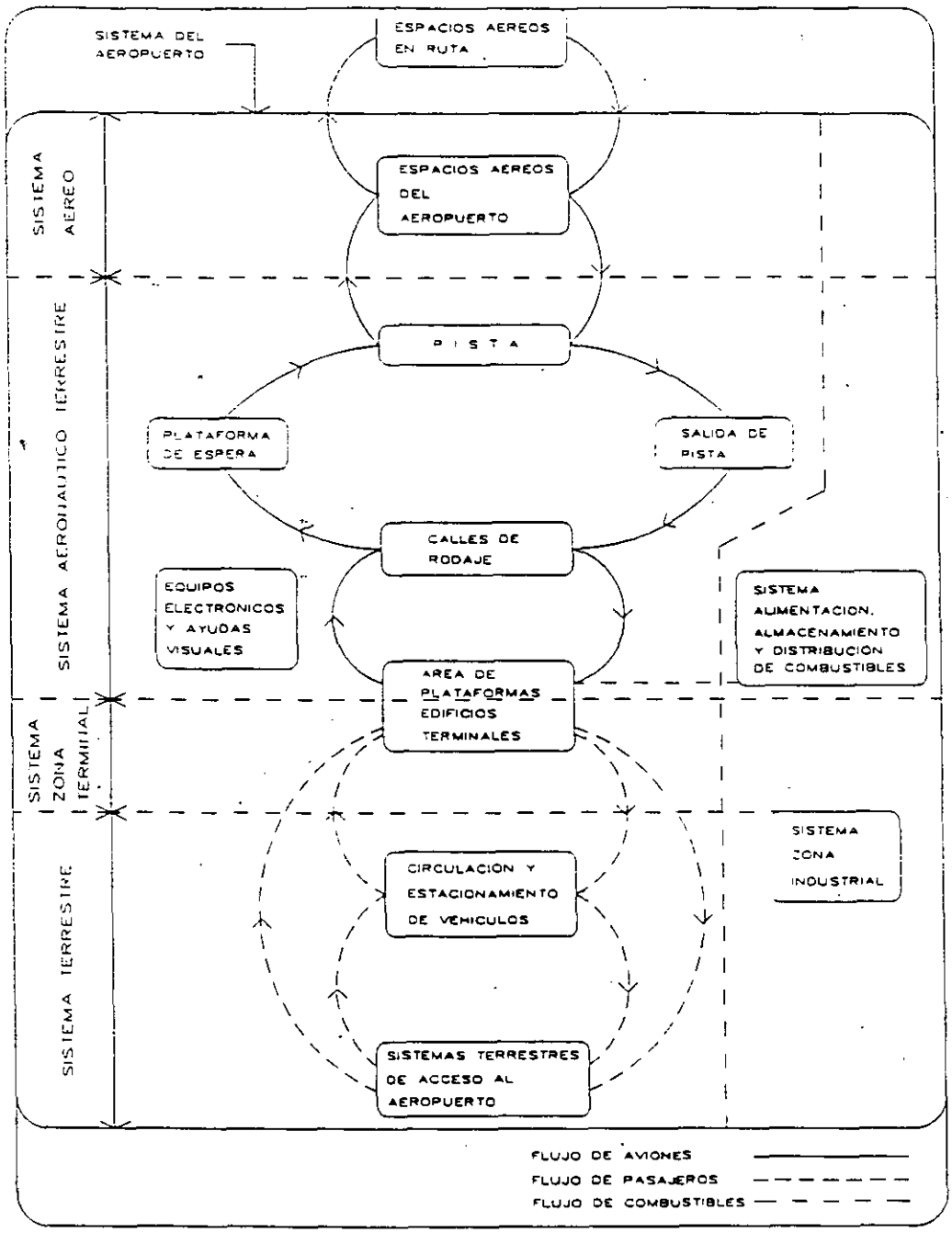


FIGURA 5.1. Conjunto de sistemas que integran la infraestructura aeroportuaria.

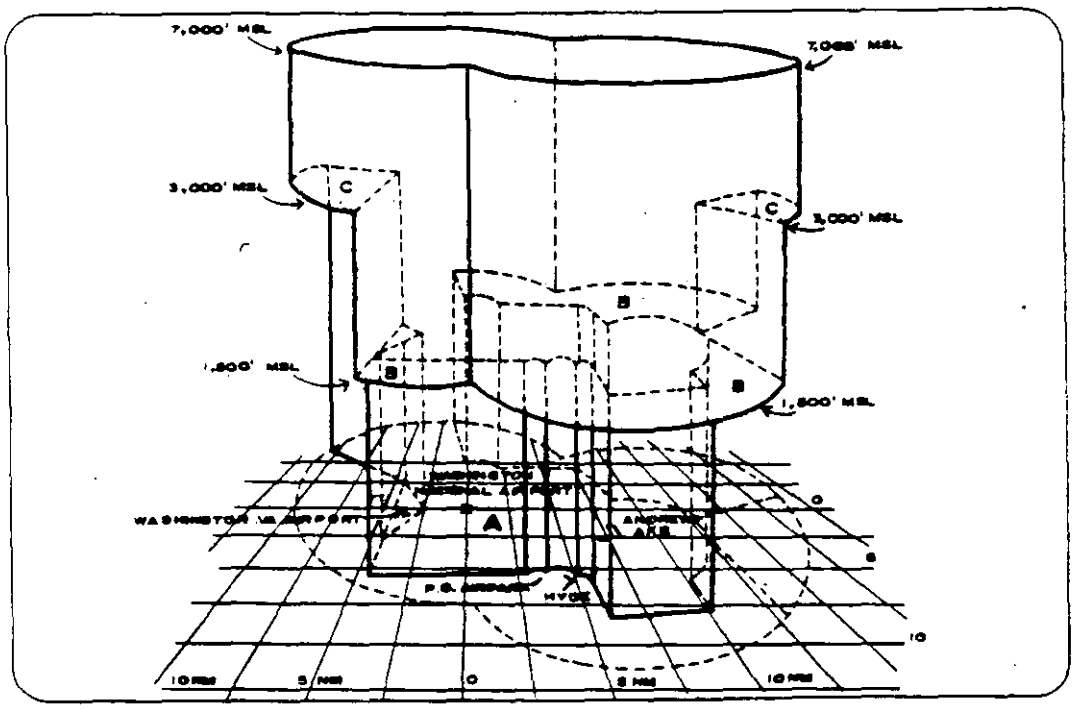


FIGURA 5.2. Perspectiva del espacio aéreo del área de control terminal en el entorno de un aeropuerto.

DESPEGUE

Las características de las aeronaves que usan un aeropuerto tienen un gran efecto en la capacidad de un sistema de pistas. Los factores de entorno más importantes que influyen en la pista de vuelo son la visibilidad, las condiciones de superficie, los vientos y los procedimientos para la reducción de ruidos.

Para efectuar el despegue de la pista de vuelo de una aeronave, la distancia que debe de recorrer para efectuar esta operacion es mayor que la longitud que emplea para su aterrizaje, a consecuencia del peso que lleva.

RUTA

Las aeronaves vuelan de un aeropuerto a otro siguiendo rutas determinadas, a las cuales se les da el nombre de aerovías o rutas para reactores. Las rutas que parten de un aeropuerto a otro por medio de vuelos nacionales, regionales, internacionales y transcontinentales, crean lo que se llama sistema de aerovías o de rutas. Este sistema lo forman una serie de ayudas a la navegación y de instalaciones y servicios para el control del tráfico aéreo, que proporcionan a las aeronaves seguridad en su viaje.

Para efectuar la salida de una aeronave del aeropuerto, es necesario que el piloto proponga su plan de vuelo al centro de control de tráfico aéreo, indicando el destino, la ruta a seguir y las altitudes deseadas. Este plan se ira actualizando continuamente a lo largo de la ruta seguida.

Los centros de control de tráfico de ruta son los responsables del control de movimiento de la aeronave en ruta a lo largo de las aerovías, rutas de reactores o del espacio aéreo. Cada centro lleva el control de una zona geográfica definida. En los puntos límites que marcan el final del área de control del centro, las aeronaves son transferidas al siguiente centro o al control de área terminal (instalaciones y servicios del control de aproximación). Estos centros no es necesario que estén dentro de las instalaciones del aeropuerto, a consecuencia de que son independientes de las operaciones que se llevan ahí.

APROXIMACION

Las ayudas para la navegación, la aproximación y el aterrizaje, son elementos esenciales del sistema de transporte aéreo. Las ayudas no visuales (por instrumentos) para guía de las aeronaves, especialmente con nubes bajas y poca visibilidad, tienen mayor importancia desde el punto de emplazamiento del aeropuerto, a causa del margen vertical necesario sobre los objetos (líneas de alta tensión, edificios de gran altura, vehículos en movimiento, etc.) que pueden afectar la seguridad de operación.

ZONA AERONAUTICA

Es el área donde están establecidas las pistas de vuelo, plataformas de estacionamiento. superficies limitadoras de obstáculos, entre otras, las cuales deben de cumplir con determinadas normas durante su construcción, como es el caso:

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.

Anchura de pista de vuelo.

Separación entre pistas de vuelo paralelas.

Márgenes de separación en las plataformas.

Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pista de vuelo.

Clave de referencia del aeropuerto.

RODAJES

La función principal de las calles de rodaje es suministrar acceso desde las pistas de vuelo hasta el área terminal a las aeronaves. Las calles de rodaje deben de estar de tal forma ubicadas que la aeronave que acaba de aterrizar no interfiera con otras que están en rodamiento o vayan a despegar.

PLATAFORMA

La plataforma de estacionamiento es el área destinada para que las aeronaves realizen sus operaciones afines, como es el caso de embarque y desembarque de pasajeros y cargas, suministro de combustible, mantenimiento, etc.

Su dimensión está determinada en base a la capacidad que va a manejar en las horas pico en lo referente a aeronaves que aterrizarán en el aeropuerto, y las cuales se estacionarán en ella .

Debe estar diseñada de forma tal que cumpla con los requisitos de seguridad relativos a las maniobras que se efectuarán en ese lugar, manteniendo los márgenes de separación establecidos por normas oficiales (OACI) y las pendientes necesarias para impedir un incendio cuando el combustible se inflame al ser abastecida la nave.

ZONA TERMINAL

Dentro del sistema aeropuerto está constituido como se indicó en la capítulo anterior de los siguientes elementos:

Plataforma de estacionamiento.

Edifico terminal.

Estacionamiento vehícular.

Esta zona presenta en cualquier aeropuerto grandes conflictos de operación tanto para las aeronaves que se encuentran en la plataforma, como para los usuarios que están en el edifico terminal efectuando su proceso y la zona de estacionamiento que luego se encuentra saturada.

EDIFICIO

El edificio terminal para pasajeros es el elemento más importante dentro de la zona terminal, tiene como principal objetivo. atender a todas las necesidades de pasajeros y equipajes. Esta terminal tiene tres tipos de usuarios:

El pasajero y sus acompañantes.

Las líneas aéreas.

Las autoridades aeroportuarias.

Es el lugar de transferencia entre el aire y la tierra en el multimodal "viaje aéreo", que efectuan los pasajeros. El nivel de servicio que proporciona el aeropuerto es de interés tanto de las autoridades aeroportuarias, así como de las líneas aéreas que están en el aeropuerto.

ESTACIONAMIENTOS

El estacionamiento para vehículos esta intimamente ligado con el edificio terminal, debe de estar diseñado con la finalidad de poder alojar los diversos tipos de transporte terrestre que sean estacionados en este lugar. Pueden ser del tipo horizontal y del tipo vertical con diferentes usos y según sean las necesidades de cada aeropuerto.

VIALIDAD

La complejidad de un sistema de accesos y la magnitud de la demanda económica y de espacio son factores muy importantes dentro del sistema aeropuerto. Para poder adaptarse a la diversidad de necesidades de los usuarios (pasajeros, visitantes y empleados) de los aeropuertos, es necesario que el aeropuerto cuente con accesos, diseñados de tal forma que facilite el traslado del usuario desde su origen hasta el aeropuerto, en forma rápida, segura, eficiente y económica; ya sea empleando su automovil, taxis, autobus y si es posible ferrocarril o algún sistema de transporte rápido urbano metropolitano.

SERVICIOS DE APOYO A LA OPERACION

Son elementos que se encuentran instalados en un aeropuerto para desempeñar una misión especifica, con la finalidad de que exita seguridad en las operaciones que efectuen las aeronaves, como es la autorización de aterrizaje y despegue, evitar ciniestros en el interior, almacenamiento de carga y combustible, mantenimiento a las instalaciones, etc.

TORRE DE CONTROL

Es un edificio rectángular de una altura visual determina, que permite ver las cabeceras de las pistas sin que existan obstáculos para ello. La característica principal que tiene este edificio aparte del equipo que emplea para ayudas a la navegación es que la altura esta en función de la necesidad de poder controlar visualmente el espacio aéreo circundante del aeropuerto y el control de las pista de vuelo, plataformas de estacionamiento y el área terminal.

Existen dos tipos de torres de control:

Torre de control para aeropuertos de corto alcance, de 10.40 mts. (31.5 pies) de altura visual.

Torre de control para aeropuertos de largo alcance, con altura mayor a los 10.40 mts. de altura visual.

Este tipo de edificio esta formado de cabina y subcabina, albergando en estos locales el equipo que requiere para su operación en el aeropuerto.

En la cabina se alojan los siguientes elementos:

Consola de control.

Consola de ayudas visuales.

Consola de teléfonos.

Pistola de luces.

Area de descanso.

Mesa de trabajo.

Cocineta.

En la subcabina se albergan los siguientes elementos:

Radios.

Grabadoras.

Mesa de trabajo.

Sanitarios y Regaderas.

Baterias.

Equipo de Apoyo.

ZONA DE COMBUSTIBLE

Es un área ubicada dentro del aeropuerto en un lugar bien comunicado, donde existen depósitos para almacenar los diferentes tipos de combustible que utilizan las aeronaves para su operación de vuelo.

Los depósitos para el combustible pueden estar enterrados o superficiales, relativamente alejados de las pistas de vuelo, ubicados a una distancia de la plataforma y zona terminal, tal que no puedan causar daño en caso de un incendio ocasional.

El suministro de combustible para su almacenaje y porteriormente despacho es abastecido por autotanques y/o hidrantes, desde un área fuera del entorno del aeropuerto.

El abastecimiento de esta zona a las aeronaves puede ser por medio también de autotanques , tuberias o estaciones de bombeo.

CUERPO DE RESCATE Y EXTINCION DE INCENDIOS (CREI)

El cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) es un elemento fundamental dentro de los servicios de apoyo a la operación de cualquer aeropuerto. Este cuerpo está constituido por personal altamente capacitado para sofocar o evitar posibles incendios en el interior del aeropuerto, así como realizar rescates de personas, de una aeronave que ha sufrido algún percance.

El edificio del cuerpo de rescate y extinción de incendios está situado en el interior del aeropuerto, de tal manera que el desplazamiento de su personal sea lo más rápido posible en todo el interior del aeropuerto.

MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION DEL AEROPUERTO

En todo aeropuerto debe de existir una zona destinada para las instalaciones de las actividades referentes al mantenimiento y construcción. En este lugar es donde se encuentran los elementos que intervendrán en el mantenimiento y construcción del aeropuerto cuando sea necesario, con la finalidad de proporcionar apoyo a las operaciones que tengan a lugar.

OFICINAS CON ACTIVIDADES DE APOYO A LA OPERACION

Las oficinas con actividades de apoyo a la operación son lugares que desempeñán la misión de asistir a la operación del aeropuerto.

ZONA DE SERVICIOS A PLATAFORMA

La zona de servicios a plataforma es el lugar donde se estacionan las aeronaves, las abastecen de combustible, les efectúan un mantenimiento y revisión ligera, cargan y descargan pasajeros y mercancía.

ESTACIONAMIENTOS

Son lugares que se localizan en las inmediaciones del aeropuerto, pero que no están fuera de él. Estas son áreas horizontales y verticales destinadas al aparcamiento de vehículos de los empleados del aeropuerto, de las autoridades aeroportuarias, vistantes, usuarios, alquiler de autos, transportación, etc.

Oficial

El estacionamiento oficial es la zona en donde se aparcan los vehículos que emplean las autoridades del aeropuerto y que los emplean como medio de transporte, estos estacionamientos se localizan por lo general cerca del edificio terminal o anexo.

Renta de Autos

Es el lugar donde estan estacionados los automoviles que son alquilados por el visitante para poder desplazarse hacia la ciudad y que a hecho uso del aeropuerto. El estacionamiento de renta de autos se encuentra por lo general no muy retirado del edifico terminal.

Transportación

En este estacionamiento están estacionados los vehículos que se emplearán para trasladar del aeropuerto a un lugar determinado de la ciudad a los usuarios que vienen de otro aeropuerto y que vienen en cuestiones de trabajo o de paseo. Estos vehículos pueden ser para uso individual o colectivo, empleandose para ello automoviles, minibuses o autobuses, este estacionamiento debe estar lo más cerca posible del edificio terminal.

Empleados

El Estacionamiento para empleados del aeropuerto es del tipo particular, su localización debe ser cerca de los edificios del aeropuerto.

CAPITULO 6

PLAN MAESTRO DE UN NUEVO AEROPUERTO

El Plan Maestro es el que fija el lugar para cada elemento que constituye al aeropuerto, ubicándolos en la mejor situación posible, de tal forma que constituyan un conjunto armónico y eficiente para su funcionamiento; como es el caso de prever el espacio suficiente para dar cabida al número de pistas de vuelo requeridas para el proyecto que se está analizando, tomando en cuenta futuras ampliaciones o el aumento de más pistas, según las demandas estimadas para años posteriores.

Consta de varios documentos generalmente, en donde uno de ellos está dibujado el plano general de todo el aeropuerto, en él figuran todos los elementos que lo constituyen. En otro está el plano detallado del área terminal y en los siguientes documentos están los planos específicos para los demás elementos, como el caso del edificio terminal que generalmente requiere de planos especiales. Además debe de existir otro documento donde estén todas las explicaciones convenientes de las tendencias de desarrollo y la forma en que se pretende controlar el crecimiento del aeropuerto según el plan.

Los proyectos correspondientes al plan maestro deben estar bien desarrollados y sus parámetros, son los que dan la pauta al proyectista para definir la magnitud de los elementos, t como la sala de espera, la longitud del mostrador de boletaje para las compañías aéreas, la longitud de la banda de equipaje, la superficie de un estacionamiento para automóviles, la superficie de la plataforma de estacionamiento, el tamaño de los tanques de almacenamiento de combustible, etc.

En la planificación de un aeropuerto el planificador debe considerar dos factores importantes y estrechamente unidos entre sí:

El aeropuerto deberá de contar con instalaciones que atenderan en forma segura y eficente la demanda de tráfico aéreo, para esto necesitará buenas comuncaciones por tierra y tendrá un sistema interno para la atención de pasajeros, equipaje y transportes, contando con zonas de mantenimiento, control de tráfico aéreo y protección contra incendios, así como su propia administración y la de las líneas áreas y concesionarios.

El servicio aéreo tendrá repercusiones directas sobre los alrededores del aeropuerto, como es el caso de la contaminación (ruido), y la modificación del entorno en el uso del suelo, al ubicarse industrias y apoyos externos como consecuencia del impacto económico en la región.

El establecimiento de una planificación completa para un nuevo aeropuerto, no es nada más es el establecimiento del Plan Maestro, si no que también interviene el financiamiento ya sea para la adquisición del terreno donde se va a emplazar, la construcción de pistas de vuelo, calles de rodaje, edificios tanto adminstrativos como anexos, etc. Para eso es necesario establecer anteproyectos que permitan definir los costos de la obra, con la finalidad de establecer un programa en donde estén indicadas las diferentes etapas que llevará el nuevo aeropuerto así como su inversión.

CARACTERISTICAS FISICAS

Al efectuar el proceso de planificación para un nuevo aeropuerto, el planificador encontrará por lo general causas que lo afecten, como es el caso de:

No existir estadísticas.

Las estadísitcas existentes no son representativas.

Los parámetros de proyección con errores.

Inversiones que no llegan a tiempo, según el programa.

Cuando se va a construir un nuevo aeropuerto por no existir uno previamente, no existen datos estadísitcos de su demandada. Por eso el planificador mediante el análisis de ciertos factores que dependerán de las razones por las cuales se pretenden la construcción, tendrá que estudiar, tal vez el desarrollo de la zona en cuanto a su potencial industrial, agrícola, ganadero, etc., fijando demandas y sus tendencias que a su vez permitirán posteriormente derivar los parámetros del proyecto, para poder continuar. Para el caso de un desarrollo turístico, el planificador deberá hacer estudios de las posibles corrientes turísticas que puedan captarse, definiendo el número de visitantes como base para la demanda del nuevo aeropuerto, estableciendo su posible proyección, definiendo así los parámetros del proyecto.

Cuando las estadísticas no son representativas para un nuevo aeropuerto, el planificador debe establecer estudios especiales para definir como podría desarrollarse la demanda si se estableciera un buen servicio, a consecuencia de que las estadísticas actuales no son representativas de lo que podría ocurrir en el futuro.

Al planificar el nuevo aeropuerto y durante sus etapas de construcción, este puede llegar a quedar fuera de una posible solución conveniente, ya que estos lapsos lo obligan a ir desarrollandose con obras provisionales a consecuencia de que los parámetros del proyecto tienen errores, debido a los cambios de tendencias en las horas críticas; o de que los programas de inversión retrasan su desarrollo durante las etapas de construcción y operación, obligando al planificador a efectuar nuevos estudios de la demanda.

NECESIDADES DE INSTALACION DE ELEMENTOS

El Plan Maestro de un nuevo aeropuerto, establece las diferentes etapas de su construcción, así como de las inversiones que se efectuarán durante su desarrollo, pero para poder establecerlo, es necesario que se lleve a cabo el estudio de factibilidad del proyecto, donde el planificador lo llevará a cabo en tres fases:

FASE I. DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO. Se definen todos los parametros de la demanda del transporte aéreo (pasajeros, operaciones, carga) en todas sus formas (anual, hora crítica) con respecto al área de influencia del nuevo aeropuerto a construir.

FASE II. OFERTA DE INFRAESTRUCTURA. Con los elementos definidos en la fase anterior se describirá la evolución de la infraestructura en el tiempo, con su respectivo calendario de inversiones.

FASE III. FACTIBILIDAD. Se estudiará el impacto regional, nacional y según todos los puntos de vista transportistas, posibles usuarios, etc.), tratando de juzgar a dichos puntos en función de criterios simples que permitirán posteriormente una comparación fácil de un estudio con respecto a otro.

CAPACIDAD ACTUAL

El establecimiento de la demanda de un aeropuerto como es el caso para uno nuevo está en relación con la capacidad de infraestructura establecidad. En algunos casos esta capacidad, depende del "Nivel de servicio" o calidad de servicio, que es el grado de confort que se dará al usuario que utilizará el nuevo aeropuerto.

La capacidad actual del nuevo aeropuerto, deberá tener en cuenta y estar referida a los siguientes elementos:

El volumen de la demanda esperada y el período durante el cual se pretende satisfacerla.

El nivel de calidad de servicio que se pretende ofrecer al usuario.

El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

DEMANDA FUTURA

Una vez analizados los datos de la demanda actual esperada se estableceran proyecciones a futuro, con base en las tasas de crecimiento definidas por la estadística. Algunos de los factores que pueden rectificar tendencias son: El desarrollo económico de la región a la cual servirá el aeropuerto, el desarrollo demográfico, el desarrollo turístico, etc.

El número de pasajeros anuales estimados que se moverán en el nuevo aeropuerto, es la base de partida para las proyecciones, por ser el factor que permite la proyección a futuro con más facilidad, acercándose a la realidad. Otros factores pero de menor importancia son las operaciones anuales, el movimiento de carga esperado, etc. Cuando se proyecta el número anual de operaciones, es necesario fijar primeramente la relación de ocupación de las aeronaves (número de pasajeros promedio), tomar en cuenta las tendencias y cambios del equipo de vuelo, para posteriormente proyectar esta ocupación al futuro. Con esta ocupación y los pasajeros anuales, se determinará el número de operaciones año por año.

DEMANDA - CAPACIDAD

Definidos los datos físicos básicos, es posible entonces dimensionar cada elemento del nuevo aeropuerto, utilizando métodos sencillos que permitan un enfoque de las inversiones compatibles con el nivel de un estudio de factibilidad. Cada elemento constitutivo del nuevo aeropuerto es agrupado luego en el Plan Maestro a largo plazo, el que define la organización de dichos elementos entre si. En esta parte del Plan Maestro, se efectua un balance del estado actual o del propuesto en el cual se van a realizar todas las obras e instalaciones que son necesarias para el nuevo aeropuerto, dentro del programa elegido. Esta operación es delicada, ya que consiste en determinar el nivel de saturación de las obras o de las instalaciones, con la finalidad de poder establecer los programas de inversión del nuevo aeropuerto en forma realista.

DESARROLLO DEL AEROPUERTO

Para llevar a cabo el desarrollo de un nuevo aeropuerto, es necesario que el planificador efectue estudios especiales donde defina el desarrollo de la demanda durante las etapas de corto, mediano y largo plazo, todo esto reflejado en el Plan Maestro del nuevo aeropuerto. Estos

estudios se basarán en la adaptabilidad y flexibilidad que ayudará a evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo que permitira su adecuado y ordenado desarrollo incluso si se presentan volumenes de actividades por encima de las previsiones originales. Desde luego estos estudios llevan implícitos la necesidad de vigilar con regularidad los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se lleven durante la construcción.

Las estadísticas y sus proyecciones se emplearán para obtener los parámetros del proyecto y sus tendencias, cifras que permitirán definir la magnitud de los diferentes elementos del nuevo aeropuerto, mediante concentraciones máximas frecuentes, tales como posiciones simultáneas de las aeronaves estacionadas en la plataforma y su tipo, número máximo de pasajeros horarios nacionales de salida y llegada, número máximo de vehículos en estacionamientos, etc. La proyección de estos parámetros, definen la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier momento futuro y con esto se fijan las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que forman el nuevo aeropuerto. Este conjunto de elementos, una vez definida su magnitud y etapas de desarrollo permitirán establecer el Plan Maestro del nuevo aeropuerto, siendo este, el plan que regulará el crecimiento del nuevo aeropuerto.

ZONA AERONAUTICA

Los elementos que integran la zona aeronáutica aeroportuaria son aquellos elementos que están intimamente relacionados con la operación de las aeronaves, como la clave de referencia del aeropuerto, anchura y separación de pistas de vuelo, distancias mínimas de separación de calles de rodaje, márgenes de separación en las plataformas de estacionamiento, dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pistas de vuelo, etc. En el desarrollo de la zona aeronáutica del nuevo aeropuerto es necesario basarse en normas establecidas tanto a nivel internacional (OACI), como nacional, según la demanda actual y futura establecidas durante las etapas de planificación del plan maestro, hasta su culminación.

ZONA TERMINAL

En el desarrollo de la zona terminal del nuevo aeropuerto que está constituído por el conjunto plataforma-edifico terminal-estacionamiento, es necesario que exista un análisis detallado de cada elemento en forma separada, para poder conjuntar las soluciones y llegar a una sola.

El desarrollo que deberá tener la plataforma de estacionamiento para aeronaves esta en función de las operaciones que efectuarán dichas naves en esa zona, tomando en cuenta las demandas y tendencias que se tengan presentes durante el desarrollo del Plan Maestro del nuevo aeropuerto.

El edificio terminal deberá al desarrollo ser flexible, con la finalidad de poder atender la demanda actual y futura con los indices de nivel de servico adecuados.

El estacionamiento vehícular en cualquiera de sus tipos y clasificaciones estará intimamente relacionado con el edificio terminal, debiendo ser capaz de alojar los diversos tipos de vehículos, según las demandas pronósticadas en el Plan Maestro.

ESTRATEGIAS GENERALES

La planificación de un nuevo aeropuerto se logra a través de un grupo interdisiplinario de profesionales, tales como ingenieros, arquitectos, económistas, sociólogos, urbanistas, ecólogos, etc., quienes en base a la demanda de actividad aérea pronósticada, definen el futuro desarrollo del nuevo aeropuerto y su entorno.

Las estrategias generales de un nuevo aeropuerto, son: las de existir flexibilidad y adaptabilidad durante el desarrollo de construcción en las diferentes etapas, de todos los elementos que constituirán al nuevo aeropuerto según los programas de inversión.

PLAN DE DESARROLLO

El plan de desarrollo del nuevo aeropuerto es un programa propuesto, acompañado del presupuesto de inversiones de la obra, basado en la demanda pronosticado tanto actual como futura a corto, mediano y largo plazo. Normalmente se hacen a 5, 10 y 20 años. Las cantidades presupuestadas estan basadas en la configuración por etapas que se establecieron en el Plan Maestro.

DESARROLLO MAXIMO

El plan de desarrollo máximo de un nuevo aeropuerto es la última etapa del plan maestro, se presenta la infraestructura que se propone sea desarrollada en el emplazamiento seleccionado para las instalaciones del nuevo aeropuerto. En esta etapa se debe hacer la evaluación económica final para la planeación de los 5, 10 y 20 años, todo esto con el objetivo de que en cada etapa del desarrollo, propuesto este sea capaz de producir ingresos suficientes para cubrir los costos anuales del capital y los gastos de operación, teniendo en cuenta las previsibles aportaciones federales, estatales y subvenciones de ayuda.

DESARROLLO POR ETAPAS

El Plan Maestro de un nuevo aeropuerto está constituido por una serie de planos en los que se representa la infraestructura aeroportuaria para el nuevo aeropuerto. Las instalaciones que se proyectan se representan en sus diferentes niveles de desarrollo, los dibujos dan por anticipado la magnitud del desarrollo correspondiente en cada fase, detallando previamente la situación dentro del desarrollo total, incluyendo las dimensiones y distancias necesarias. Los planos de configuración representan la disposición de pistas de vuelo, calles de rodaje, plataformas, el emplazamiento y tamaño de las instalaciones, las áreas de aproximación a las pistas de vuelo, etc.

PROGRAMA Y VOLUMENES DE OBRA

Con el fin de establecer el monto de las inversiones para la construcción de un nuevo aeropuerto, es necesario tener presente las diferentes etapas de desarrollo del aeropuerto de acuerdo a las previsiones de la demanda y no olvidarse de los costos unitarios para los diferentes elementos de la infraestructura aeroportuaria.

Para poder determinar el monto de las inversiones es necesario multiplicar cada una de las áreas o unidades del aeropuerto, por su respectivo costo unitario, de tal forma que al sumarse se obtenga el monto total de la inversión para la etapa considerada.

Los estudios de calendario de inversiones descansan sobre las previsiones del tráfico aéreo, si estos son utilizados con prudencia, presentarán siempre mucho interés permitiendo al proyectista adquirir la intuición y orientación propia para visualizar los problemas que se irán presentando durante el desarrollo del nuevo aeropuerto en sus diferentes etapas de planeación.

CAPITULO 7

PLAN MAESTRO DE UN AEROPUERTO EXISTENTE

Para evitar que el crecimiento del aeropueto existente se de en forma anárquica y su infraestructura aeroportuaria se desarrolle con deficiencias e interferencias, ocasionando gastos inecesarios,es necesario establecer un Plan Maestro, con los siguientes objetivos:

Planificar en forma oportuna y cuidadosas la ampliaciones de las instalaciones.

Garantizar mejores y adecuados servicios que satisfagan la demanda de los usuarios.

Restringir el crecimiento urbano cuidando las áreas de aproximaciones y despegues con el fin de tener un espacio aéreo libre de obstáculos.

Y, finalmente preveer reservas de terrenos para futuras ampliaciones.

El planificador deberá realizar un inventario de todas las instalaciones existentes, con la finalidad de tener un completo conocimiento de su naturaleza y tamaño correspondientes.

INSTALACIONES EXISTENTES

El Plan Maestro de un aeropuerto es un concepto que explica el desarrollo total del aeropuerto. La palabra desarrollo, incluye el área completa del aeropuerto, tanto para usos aeronáuticos como aeronáuticos, abarcando el área adyacente al mismo.

Para el establecimiento del Plan Maestro de un aeropuerto que está operando, es necesario que el planificador efectue un estudio, cuyos objetivos fundamentales sean el de poder determinar el mercado potencial actual y futuro de dicho aeropuerto, para la realización de un proyecto adecuado a la demanda estimada y a la evaluación económica del mismo que satisfaga en general a dicha demanda.

Con la finalidad de poder estimar el posible mercado potencial del aeropuerto en estudio, y poder evaluar la demanda probable del mismo, se realizaran encuestas y entrevistas a las agencias de viajes, compañías aéreas, dependencias de turismo y agencias transportadoras, que estén instaladas en el aeropuerto.

Al analizarse los resultados del estudio de mercado del aeropuerto en su proyecto y el pronóstico de la demanda probable para los próximos años, se llegan a las siguientes conclusiones:

ANALIZAR SI EXISTE UN MERCADO POTENCIAL QUE PERMITA LA RENTABILIDAD DEL SERVICIO AEREO A LA ZONA. Así mismo, estimar que en un futuro mediato no existirán factores que generen un aumento contínuo de la demanda del servicio de transportación aérea a la zona.

La demanda anual de pasajeros se traducirá en poder contar con instalaciones aeroportuarias capaces de recibir operaciones de aviación comercial por día, considerando aeronaves de capacidad mayor.

Tomando en cuenta lo mencionado en los renglones anteriores, el planificador deberá tener la habilidad de desarrollar e implantar proyectos del área terminal del aeropuerto y de los servicios

que en el se prestan. Estos proyectos deberán diseñarse para manejar el aumento de la demanda y mejorar el nivel de servicio del aeropuerto.

GENERALIDADES

Corresponde al estudio de mercado la determinación de los diferentes elementos constitutivos del aeropuerto y de su situación relativa con arreglo a las previsiones de tráfico, consideraciones dimensionales, meteorológicas, de situación respecto a centros urbanos, principalmente. El requerimiento que el planificador debe de tomar encuenta para el establecimiento del Plan Maestro, es el siguiente:

Analizar el tamaño y plazo de la nueva instalación con respecto a la demanda prevista.

Con la autorización de la ampliación de las instalaciones existentes, se evaluan los emplazamientos disponibles incluyendo un estudio que compredera las necesidades del espacio aéreo, impacto en el entorno, desarrollo, accesos, disponibilidad de servicios, costo y disponibilidad del terreno, costo de desarrollo del emplazamiento e implicaciones politicas.

Una vez seleccionada el área de ampliación de una instalación existente, la propuesta es presentada con precisión respecto a los siguientes puntos:

PLANO DE CONFIGURACION DEL AEROPUERTO. El que indica la configuración, emplazamiento y tamaño de todas las instalaciones físicas.

PLANO DE USO DEL TERRENO. Detallan el uso del terreno dentro de los límites de propiedad del aeropuerto y muestra las áreas exteriores afectadas.

PLANOS DEL AREA TERMINAL. Muestran el tamaño y emplazamiento de los diferentes edificios y áreas de actividad dentro del complejo del área terminal.

PLANOS DE ACCESO AL AEROPUERTO. Muestran los diferentes sistemas de acceso de la infraestructura de transporte de la región.

Posteriormente se establecen los datos necesarios e importantes para el aspecto financiero, tales como:

PROGRAMAS DEL DESARROLLO PROPUESTO. Indican las fases de desarrollo, a corto, mediano y largo plazo, y tiempos de coincidencias con las demandas estimadas.

ESTIMACION DEL DESARROLLO DE LOS COSTOS. Son propuestas de acuerdo con la estrategia de desarrollo programadas.

ANALISIS DE LAS POSIBILIDADES ECONOMICAS. Examinan si la generación de ingresos previstos, cubrirán los costos.

ANALISIS DE LAS POSIBILIDADES DE FINANCIACION. Investigación de financiamiento por parte de alguna autoridad patrocinadora.

Zona Aeronáutica

Como resultado de los análisis que el planificador llevó a cabo en lo referente a la demanda, está el poder determinar dentro de la zona aeronáutica, el tipo de instalación necesaria, su tamaño y las fases de construcción, todo esto apoyandose en normas tanto internacionales (OACI) como nacionales. Las instalaciones necesarias y sus elementos que deberá considerar son los siguientes:

PISTAS DE VUELO. Longitud, anchura, zonas libres de obstáculos, pendientes de aproximación, orientación, provisión de pistas de vuelo para vientos transversales, pendientes, capacidad, etapas de construcción, repercusión en el costo por la demora de las aeronaves y costo-eficacia.

CALLES DE RODAJE. Anchura, disposición, distancias, diseño y situación de las calles de salida, pendientes, efecto sobre la capacidad de pista, etapas de construcción, y costo-eficacia.

SEÑALIZACION Y BALIZAMIENTO. Luces de aproximación, luces de pista de vuelo, luces de calle de rodaje, señalización de pistas de vuelo y calles de rodaje, área de aterrizaje de helicopteros y obstáculos.

Zona Terminal

Con el conocimiento de la predicción de la demanda esperada y con diferentes hipótesis sobre el desarrollo escalonado, más allá de los niveles de infraestructura existentes, el planificador, ensayara una serie de opciones de desarrollo en un análisis de la demanda capacidad en la zona

terminal, estableciendo una estimacion de las dimensiones de los diferentes elementos que la integran, como son:

Distancias, pendientes, posiciones de las accesos, distancias entre posiciones de estacionamiento, necesidades de espacio y concepto del diseño del edificio terminal.

Zona de Apoyo

El análisis que efectué el analista referente a la demanda capacidad, debe ser reflejado también en la zona de apoyo, a consecuencia de que este análisis debe ser amplio y debe de cubrir los servicios de apoyo a la navegación, como son:

Edificios para los equipos de servicio, instalaciones de carga, edificios para los equipos de salvamento y contra incendio.

DEMANDA

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

Primero, medir de forma objetiva la capacidad de las distintas partes que componen un aerodromo atendiendo à los flujos de pasajeros y aeronaves previstos.

Y segundo, evaluar la demoras que cabe esperar en el aeropuerto según los diferentes niveles de demanda.

Este análisis de la capacidad permite al planificador del aeropuerto determinar el número de pistas de vuelo necesarias, para contemplar las posibles configuraciones y para comparar las diferentes soluciones.

La demanda de un aeropuerto es la magnitud y fluctuación de las operaciones para recibir aeronaves en un determinado tiempo. Conforme la demanda se acerque a la capacidad del aeropuerto, la demora de las aeronaves crecerá bruscamente.

ACTUAL

La capacidad de una pista de vuelo es, generalmente, el elemento del control de la capacidad del aeropuerto. Existe una gran cantida de factores que influyen como:

El control del tráfico aéreo.

Las características de la demanda.

Las condiciones del entorno en la proximidad del aeropuerto.

La disposición y configuración del área terminal.

Con el conocimiento del número de movimientos actuales se puede estimar la magnitud de los ingresos que puede proporcionar la instalación, los con los niveles de demanda se determinara el tamaño de la instalación requerida, asegurando el equilibrio entre la capacidad y la demanda.

FUTURA

Es preciso desarrollar predicciones a corto, mediano y largo plazo de la demanda aeronáutica para poder concebir una buena planificación que conduzca al desarrollo último del amplazamiento del aeropuerto.

Este análisis de las prediciones de operación del aeropuerto en sus diferentes etapas, debe ser amplio y deberá de cubrir las áreas de operación con detalle suficiente para permitir una estimación de las dimensiones de las instalaciones, conforme a:

Predicción de las operaciones de aeronaves frente a la capacidad del espacio aéreo.

Predicción de las operaciones de aeronaves frente a las instalaciones de control del tráfico aéreo.

Predicción de las operaciones de aeronaves frente a la capacidad de aeropuerto.

Predicción del movimiento de pasajeros frente a la capacidad del edificio terminal.

Predicción del volumén de carga aérea frente a la capacidad del edificio de carga.

Predicción del tráfico de los accesos frente a la capacidad de los itinerarios de acceso.

CONCENTRACIONES HORARIAS

El plan maestro debe estar basado en hipótesis y predicciones fundadas sobre una base de datos amplia y confiable. La recolección y evaluación de los datos es una parte importante del tiempo consumido en el proceso de redacción de un Plan Maestro, con independencia del método usado se llega a un análisis de la demanda capacidad del aeropuerto en estudio, apoyado en los siguientes datos:

Pasajeros.

Movimiento anual de pasajeros en los últimos diez años.

Movimiento mensual de pasajeros en los últimos cinco años.

Movimiento horario de pasajeros de diez días críticos en los últimos cinco años.

Aeronaves.

Movimiento anual de aeronaves en los últimos diez años.

Movimiento mensual de aeronaves en los últimos cinco años.

Previsiones de las líneas aéreas para el crecimiento regional de pasajeros tanto nacional como internacional.

Flotas actuales y futuras en los próximos quince años.

Maniobra de las operaciones, militares y crecimiento previsto de la aviación militar si el aeropuerto ha de compartir sus instalaciones.

Maniobra de operación de las líneas aéreas.

MAGNITUD DE LOS ELEMENTOS

Las necesidades de pista de vuelo, rodaje, plataforma de estacionamiento, edificio terminal, caminos y aparcamientos, etc., se originan a partir de un análisis de demanda y capacidad, de la geométria del aeropuerto, y de normas nacionales e internacionales que regulan el proyecto de los elementos del aeropuerto.

Con base a la información del número, longitud y configuración de las pistas de vuelo, configuración de las calles de rodaje, el número de posiciones de estacionamiento de aeronaves,

el tamaño de los edificios terminales para pasajeros, almacenes e instalaciones y servicios para la aviación comercial, el planificador puede obtener la magnitud de los elementos en cuanto a forma y dimensiones totales de la modificación y ampliación del aeropuerto en estudio.

ZONA AERONAUTICA

Las dimensiones necesarias de un aeropuerto dependen, principalmente de los siguientes factores:

Características de las funciones a realizar y tamaño de las aeronaves que se espera vayan a utilizar el aeropuerto.

Previsión del volumen de tráfico.

Condiciones meterológicas.

Altitud del emplazamiento.

El volumen y caracter del tráfico aeronáutico tiene gran influencia sobre el número de pistas de vuelo necesarias, la configuración de las calles de rodaje y las dimensiones de las plataformas de estacionamiento. Las condiciones meteorológicas que más pueden afectar el dimensionamiento del aeropuerto son el viento y la temperatuta. La temperatura influye sobre la longitud de la pista de vuelo, ya que cuanto mayores son las temperaturas, mayores longitudes alcanzan las pistas de vuelo. La dirección del viento influye sobre el número de pistas de vuelo y su configuración.

ZONA TERMINAL

El planificador en su desarrollo de elementos para la zona terminal de un aeropuerto debe de prever áreas donde las aeronaves se estacionen, abastescan de combustible, cargen y descarguen pasajeros, les den mantenimiento y revisión ligera, etc. En su desarrollo debe de estar contemplada la configuración de la zona terminal (lineal, vehícular, satélite, de muelle). Con los espacios necesarios para la seguridad y protección de los pasajeros; tipo y dimensiones de los equipos de servicio y de la maniobrabilidad, posicionado y prácticas operacionales de uso de las aeronaves; movimientos característicos de las aeronaves que ha de albergar (radios de giro), si entra y sale del área de estacionamiento por sus propios medios, y el ángulo cón el que aparca

respecto al edificio terminal; y las características físicas de la eronave (dimensiones, puntos de servicio).

ZONA DE APOYO

La magnitud de los elementos de la zona de apoyo están en función de la demanda planeada en los periodos de corto, mediano y largo plazo en las diferentes etapas que el planificador ha planteado, donde el dimensionamiento de la torre de control, edificios anexos, cuerpo de rescate y extinción de incendios, etc. Se irán desarrollando conforme al Plan Maestro.

CAPACIDA ACTUAL

El planificador puede comparar la capacidad con la demanda existente y la prevista para el futuro y así poder averiguar si se necesitan introducir mejoras para incrementar esa capacidad. Comparar la capacidad de los campos de vuelo según diferentes configuraciones ayuda a determinar cuales son las más eficientes.

La capacidad de un aeropuerto es el número máximo de operaciones de aeronaves que en una pista de vuelo puede aceptar durante un intervalo de tiempo específico cuando existe una demanda continua de servicio. La demanda continua de servicio significa que siempre existen aeronaves preparadas para despegar o para aterrizar (capacidad total, capacidad de saturación o tasa de rendimiento total).

DEMANDA-CAPACIDAD

La capacidad significa la posibilidad física de un aeropuerto y sus partes componentes. Es una medida de la oferta y es independiente de la magnitud y fluctuación de la demanda y de la capacidad de la cantidad de demora de las aeronaves. La capacidad de un pista depende del tamaño de las aeronaves, velocidad, maniobrabilidad, capacidad de frenado, así como de las técnicas de pilotaje.

DESARROLLO DEL AEROPUERTO

El desarrollo de un aeropuerto en sus diferentes etapas debe ser adecuado a la forma y superficie del terreno disponible. Debe de tener pistas de vuelo en número suficiente para satisfacer la demanda del tráfico aéreo, y estas deben quedar suficientemente separadas para garantizar la seguridad de las operaciones del tráfico aéreo. Las pistas deberán estar orientadas para aprovechar los vientos dominantes y deberán alejarse de los obstáculos a la navegación aérea. El esquema del aeropuerto deberá ofrecer áreas de estacionamiento suficientes para las aeronaves y aparcamiento para los automóviles, así como espacio para el manejo de la carga y del equipaje, almacenes, mantenimiento a aeronaves y servicios. La configuración dentro de su desarrollo debe permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves y de los vehículos de transporte de superficie.

ZONA AERONAUTICA

Para poder analizar cada uno de los elementos que integran el aeropuerto y planificar su desarrollo, el planificador debe de conocer las características de cada elemento, como es el caso dentro de la zona aeronáutica en donde la pista de vuelo que se esté analizando, referente a su capacidad, la cual está en función del tipo de aeronave que opera, de la mezcla de salidas que se tengan (calles de rodaje), así como la disposición de esta, la cual está ubicada tomando en consideración los vientos dominantes, por ser estos los que afectan los aterrizajes y despegues.

Para analizar este elemento es necesario conocer el pronóstico o demanda de operaciones horarias actual y futura, los cuales indican los tipos de aeronaves que operaran y la combinación de estas.

ZONA TERMINAL

En el desarrollo de la zona terminal que comprenden el sistema plataforma-edifico-estacionamiento, el área total de cada elemento, sera en base al análisis de la demanda-capacidad, tomando en cuenta la población de aeronaves y tipo, características de operación y características constructivas de la platafroma. El tipo de aeropuerto determinara el edificio (nacional, internacional, fronterizo), número de pasajeros horarios, indicador de visitantes y

maletas por pasajero, su programa arquitectónico y el análisis de áreas por elemento, el estacionamiento para vehículos que deberá de contar con suficientes lugares para los vehículos de las diferenets personas que haran uso de el, así como del uso que se dara a él.

SOLUCION CONJUNTA

El objetivo completo de la planificación de una aeropuerto es el de dar solución en forma completa al desarrollo que tendraáel aeropuerto en sus diferentes etapas conforme a la demanda esperada dentro de un horizante establecido. Este objetivo reside en suministrar las directrices para satisfacer la demanda aeronáutica, las que deberán ser compatibles con el medio ambiente. Más especificamente se define como una guia para:

Desarrollar las instalaciones y servicios de un aeropuerto que sufrirá una sobre demanda.

Desarrollo de los terrenos del aeropuerto y del entorno del mismo.

Determinar los efectos ambientales de la construcción de la ampliación y remodelación del aeropuerto y de su actividad.

Establecer las necesidades de accesos.

Establecer la factibilidad económica y financiera de las actividades que se proponen.

Establecer un orden de prioridades y fases de desarrollo para todos los puntos que estarán en la planificációin

PLAN DE DESARROLLO

La planificación de un aeropuerto existente se basa en multitud de procedimientos y criterios para evaluar las necesidades, muchas de las cuales son intuitivas, ordenando prioridades y alternativas para justificar la seleccionada.

El Plan Maestro de un aeropuerto existente debe confeccionarse en base a unas previsiones, de esa previsione y con la demanda, se establecerán las diferentes instalaciones y servicios del aeropuerto. Las previsiones necesarias se harán a corto, mediano y largo plazo o también,, a

cinco, diez, y quince o veinte años, respectivamente. Según se incremente el plazo, disminuirá la presición de la predicción.

DESARROLLO MAXIMO

Es importante señalar que el máximo horizonte de desarrollo de los elementos que constituyen a un aeropuerto, es cuando el volumen de la demanda esperada y el período pronosticado son alcanzados. Es cuando el aeropuerto llega a su nivel de servicio deseado, y se establece un equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

DESARROLLO POR ETAPAS

El planificador debe de desarrollar predicciones a corto, mediano y largo plazo de la demanda aeronáutica para poder concebir una buena planificación que conduzca al desarrollo último de la ampliación o remodelación del aeropuerto en estudio.

PROGRAMA Y VOLUMENES DE OBRA

El planificador al establecer el calendario de inversiones para las diferentes etapas de desarrollo de la remodelación o ampliación de un aeropuerto existente, este calendario deberá ser lo más flexible posible, con la finalidad de permitir realizar a cada instante los acondicionamientos originados en función de las estrictas necesidades del presente y del fututo próximo.

Si el planificador en los estudios de previsión y calendario de inversiones , los utiliza con prudencia, estos presentaran mucho interes y le permitirán adquirir la intuición y la orientación propia para tratar los problemas de desarrollo del aeropuerto existente.

Con el fin de establecer el monto de las inversiones para la ampliación del aeropuerto es necesario, tener la oferta realista en la que se establece las diferentes obras a realizar en el horizonte de planificación de acuerdo a las previsiones de la demanda considerando los costos unitarios para los diferentes elementos del aeropuerto (infraestructura aeroportuaria).

CAPITULO 8

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Para que un proyecto de infraestructura aeroportuaria sea ejecutado fisicamente, deberá de haber sido aprobado por los diferentes mecanismos necesarios. Cada proyecto es diferente, tanto por sus características físicas y técnicas como por su complejidad y objetividad.

La evaluación del proyecto se entiende como el proceso en el cual se definen y determinan las principales características físicas, económicas, financieras y sociales, con las cuales se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización del proyecto en estudio ya sea para la construcción o ampliación de un aeropuerto.

La evaluación abarca cuatro aspectos principales del proyecto aeroportuario, siendo estos los siguientes:

Técnicos.

Financieros.

Económicos.

Institucionales.

TECNICO

El planificador deberá de asegurar que los proyectos de infraestructura aeroportuaria estén correctamente planificados, en lo referente a su diseño técnico el que debe ser el apropiado, y que se ajuste a normas establecidas por organizaciones nacionales e internacionales.

La evaluación técnica examinará las opciones del tipo técnico consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados. o sea, esta evaluación se ocupara de cuestiones de dimensión, diseño y ubicación de las instalaciones, así como de la tecnología que se va a emplear, incluyendo los tipos y clases de equipos que se utilizaran durante la construcción, procedimientos constructivos y el grado en que se amoldarán a las condiciones locales.

Se establecerá el criterio a seguir para la prestación de servicios, del realismo de los calendarios de ejecución y de la probabilidad de alcanzar los niveles de producción esperados.

Se efectuára el examen de las estimaciones de costos y de los datos técnicos a fin de poder determinar si son reales, dentro de un margen de error aceptable, y si los factores de ajuste por excesos de cantidades de obra y alza de precios durante la ejecución de la obra, son los requeridos.

En esta evaluación también se definirán los procedimientos y normas propuestas para las adquisiciones, a fin de asegurar que se cumplan los requisitos y especificaciones, así como lo relativo a la obtención de servicios de ingeniería, arquitectura u otros de índole profesional.

La evaluación técnica se ocupa además de estimar los costos de operación de instalaciones y servicos del proyecto aeroportuario y la disponibilidad de materias primas u otros insumos necesarios. Analizará también el posible impacto del proyecto aeroportuario en el medio humano y físico, a fin de asegurarse de que cualquier efecto adverso quede controlado o sea reducido al mínimo.

INSTITUCIONAL

El aspecto institucional indica que la transferencia de recursos financieros y la construcción de instalaciones físicas, por valiosas que sean, son menos importantes a la larga con la creación de una "Institución" local o sólida y viable.

En la evaluación institucional se plantean multitúd de preguntas tales como si la entidad está organizada adecuadamente, y si su adminstración es apropiada para la tarea que debe cumplir, si se aprovecha de manera efectiva la capacidad y la iniciativa local y si se necesitan modificaciones institucionales o políticas fuera de la entidad, para lograr los objetivos del proyecto de infraestructura aeroportuaria a desarrollar.

De todos los aspectos de un proyecto de infraestructura aeroportuaria, el desarrollo institucional es quizá el más dificil de abordar, en parte porque su éxito depende en gran medida de que se comprenda el medio cultural. En este sentido se viene a reconocer la necesidad de un replantamiento contínuoo de las disposiciones institucionales y de estar abierto a ídeas nuevas y dispuesto a adoptar enfoques a largo plazo que puedan a la vez abarcar varios proyectos aeroportuarios. Algunos de los planteamientos se encuentran asentados en los planes y programas de desarrollo del tipo municipal, estatal y nacional.

ECONOMICO

El proyecto aeroportuario tiene repercusiones tanto en la región en la que se va a realizar, como a nivel nacional. La evaluación abarca, en la medida de lo posible, estas repercusiones ya sea en forma directa o indirecta, estén o no estén dentro de los lineamientos generales de políticas económicas a nivel nacional, regional o estatal.

Integrar un apartado de las repercusiones del proyecto de infraestructura aeroportuario en cierta región es de gran interes significativo para una nación, debido a que los gastos que se realizarán en dicha región a causa del proyecto a construir, generarán, a su vez, ingresos para otras entidades económicas, que reciprocamente, también generaran gastos. Con esta situación se generará una demanda potencial no satisfecha, o sea, será necesario elevar la producción, con lo que esto será un incentivo para otros proyectos de inversión aeroportuaria. Este encadenamiento de repercusiones contribuirá al crecimiento de la económia regional en donde está o estará el emplazamiento del aeropuerto y en consecuencia también al crecimiento de la económia nacional del país, lo que conducirá al mejoramiento del nivel de vida de la población.

Los proyectos de infraestructura aeroportuaria son de gran importancia para una región ysu país, esto si la técnica lo permite, dichos proyectos deberan ser sometidos a un análisis detallado de sus costos y beneficios para la nacion. Este análisis en ocasiones requerira la solución de problemas difíciles, como es el caso de poder determinar las consecuencias físicas del proyecto aeroportuario y el modo de valorarlas en términos de los objetivos de desarrollo del país.

Un problema que es muy común en estos casos es cuando se desea expresar todos los costos y beneficios en terminos monetarios, con el fin de hacer congruente la comparación con las cifras obtenidas mediante la evaluación financiera. En otras ocasiones se presentan algunos elementos que por su genero, no resulto lógica o posible su transformación a unidades monetarias, por esta razón la evaluación de estos conceptos, deben realizarse desde un punto de vista cualitativo y no cuantitativo; por ejemplo, esta la repercusión inflacionaria que se presentará en la región a consecuencia de los gastos que realizarán por el personal que laborará en forma eventual durante la construcción de la obra.

Para la evaluación de los efectos que el proyecto aeroportuario estara generando en la región del emplazamiento del aeropuerto, será necesario establecer una cuenta a la que se le denominara "Producto Interno Bruto Regional" (PIB). Donde en ella se contabilizarán como conceptos positivos o beneficios todas las inversiones realizadas, más los salarios percibidos por el personal directo de la obra, así como los indirectos de dicha obra, y los conceptos negativos o costos que seran las importaciones de materiales que de otras regiones se realicen a consecuencia del proyecto.

Los costos y beneficios contabilizados en la cuenta denominada "Producto Interno Bruto Regional", se dividen de la siguiente manera:

DIRECTOS. Son todos aquellos que obtienen o realizan las distintas organizaciones que participan tanto en al construcción como en la administración del proyecto aeroportuario.

INDIRECTOS. Son aquellos que se generan como consecuencia de los directos dentro de una cadena contínua de nuevas ofertas y demandas de servicios y necesidades.

En conclusión, del análisis de la evaluación económica se observa que no es posible expresar la factibilidad de un proyecto aeroportuario a través de un resultado único; por el contario, es necesario suministrar a cada alternativa en estudio, un determinado número de indicadores de factibilidad con el propósito de estimar los efectos de la realización de cada alternativa sobre la actividad de los participantes interesados en el proyecto a ajecutar. Estos indicadores son de naturaleza e importancia variadas, según el efecto particular que abarquen y desde el punto de vista desde donde se observan. A continuación se especifican los diferentes tipos de indicadores para este caso:

INDICADORES CUANTITATIVOS. Son los efectos susceptibles de ser estimados con precisión.

DE INDOLE FINANCIERA. Relativos al funcionamiento del propio proyecto.

DE INDOLE SOCIO-ECONOMICA. Expresan el punto de vista de la colectividad regional y de los usuarios del proyecto.

INDICADORES CUALITATIVOS. Son llamados así debido a que no pueden ser cuantitativos.

Posibles transferencias de actividad (punto de vista de los transportistas aéreos y terrestres) o de gastos (punto de vista de los ususarios).

Participación del proyecto aeroportuario en el logro de los objetivos de la planificación regional y nacional.

La evaluación del proyecto de infraestructura aeroportuaria de un aeropuerto culminará con la determinación de estos indicadores, con los cuales las autoridades encargadas de tomar las decisiones, en función de las prioridades y opciones presupuestarias que les incumbe definir, en el marco de la política general de desarrollo, ya sea para elegir de entre varias alternativas

posibles respecto a un proyecto aeroportuario determinado, o bien para seleccionar los proyectos aeroportuarios por financiar en forma prioritaria.

FINANCIERO

La evaluación financiera se define como el estudio del comportamiento de un proyecto desde el punto de vista de autosatisfacción de sus necesidades, o sea, es el estudio de todos los ingresos y egresos asociados a cada proyecto aeroportuario alternativo en que se incurriría si se realizara cada uno de ellos con objeto de juzgar sus repercusiones monetarias.

El objetivo del estudio financiero del proyecto es el de integrar un estado contable específico, determinando todos los ingresos y egresos del organismo que lo adminstrará.

En si, la sintesis de todo el proyecto de infraestructura aeropuertaria en lo que respecta a su aspecto contable, cuyo resultado aportará los indicadores de factibilidad, los cuales, servirán de base para ubicar a los proyectos aeroportuarios en orden de importancia con respecto a parametros generales previamente establecidos.

El objetivo de este tipo de estudio es el de analizar el flujo de ingresos y egresos, cuyo requisito, es base para lograr una evaluación completa, identificando con claridad todos los elementos participantes en dicho flujo (toda fuente de ingresos, costos de inversión, costos de operación y desmantelamiento al fianl de la vida util),y seleccionar los parametro de control, que serviran de base para la aceptación o rechazo de un proyecto en especifico.

El proceso de la evaluación financiera está dividido en las siguientes etapas:

Planteamiento de suficientes alternativas comparables entre si.

Determinación del flujo de ingresos asociado a cada alternativa durante toda la vida útil.

Selección de uno o más criterios de decisión, que permitan elegir entre dos o más flujos de efectivo, el mejor.

Durante la ejecución del proyecto aeroportuario, es necesario que se vayan realizando evaluaciones en forma parcial, esto es a consecuencia de que los organismos que autorizan los fondos para su desarrollo exigen conocer el nivel de utilidad o rentabilidad especifica del proyecto. La FIGURA 8.1. muestra el análisis financiero para un proyecto aeroportuario.

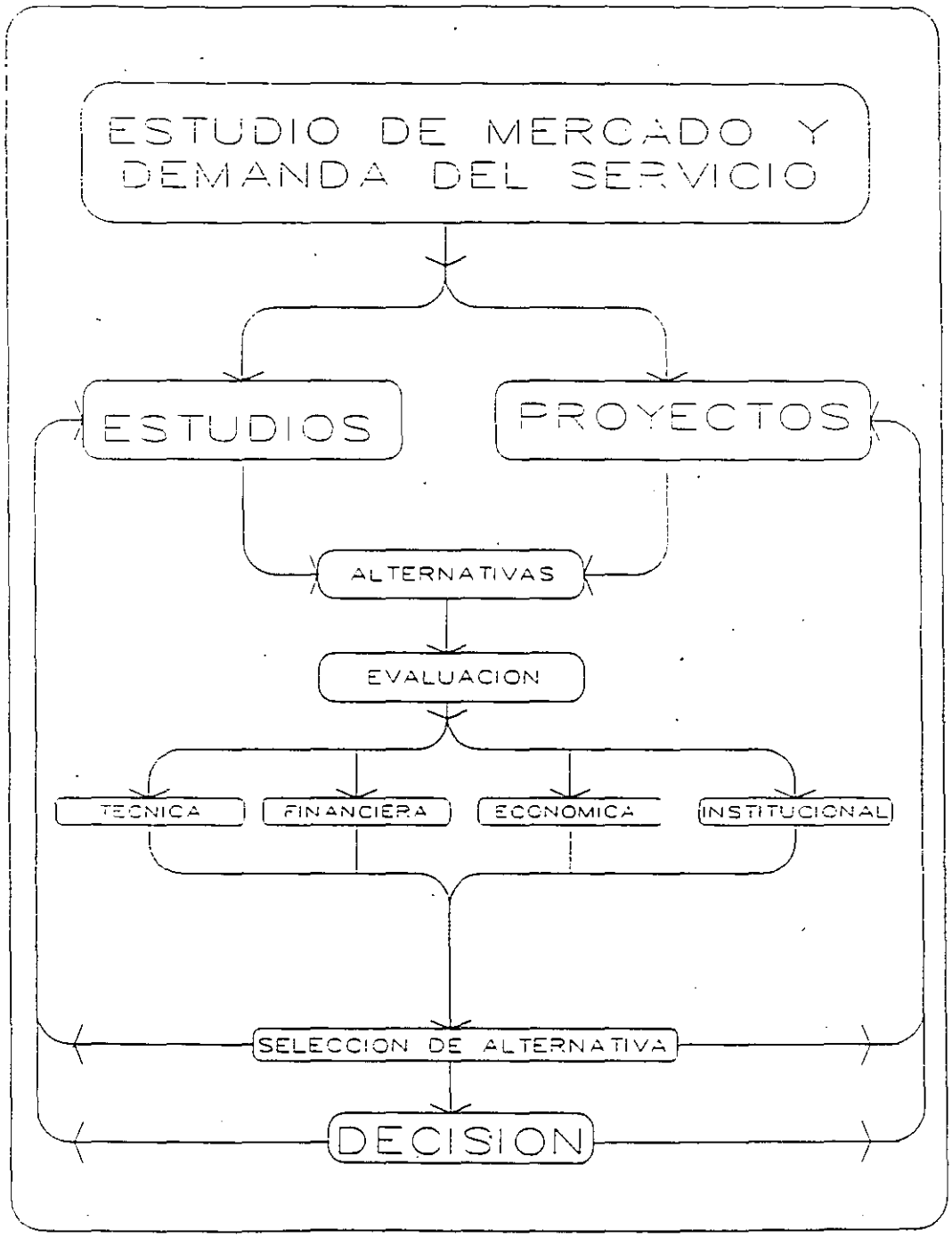


FIGURA 8.1. Etapas de análisis de un proyecto aeroportuario.

REFERENCIAS

1. Normas y Métodos Recomendados Internacionales. Aerodromos Anexo 14. Al Convenio Sobre La Aviación Civil Internacional.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Séptima Edición, junio de 1976.

2. Aeropuertos. Ingeniería. Transporte. Aviones. Influencia. Tráfico. Acceso. Helicópteros. Terminales. Mercancía.

N. Ashford y P. H. Wright.

Paraninfo, S. A., 1987, Madrid.

The Apron & Terminal Building, Planning Manual.

U. S. Department of Transportation, Federal Aviatión Administratión.

Systems Research & Development Service. Washingtón, D.C. 20590. july 1975.

3. Ingeniería de Aeropuertos. Módulo: Planificación.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT),

Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Aeropuertos.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Educación Contínua. México, 1991.

4. Ingeniera de Aeropuertos. Módulo: Proyecto.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT),

Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General deAeropuertos.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Educación Contínua. México, 1991.

5. Programas Arquitectónicos de Edificios Terminales, una metodológia.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT),

Subsecretaría de Infraestructura. Dirección General de Aeropuetos.

SCT. México, 1988.

6. Conservación de Aeropuertos, Sistema Aeronáutico Terrestre.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT),

Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Aeropuertos.

Ing. Fernando Rodarte Lazo. SCT., México, 1986.

7. Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Aeropuertos y Servicos Auxiliares (ASA).

ASA, México, septiembre, 1982.

8. Airport Engineering.

Ashford, Normand & Wright, Paul H.

United Stated of America, John Wiley & Sons, Inc., 1984.

9. Airport Operations.

Ashford, Normand, Statonn, Martin & Moore, Clifton.

United State of America, John Wiley & Sons, Inc., 1984.

INDICE ALFABETICO

PAGINA

A

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

V

Z

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS

Del 29 de Agosto al 28 de Octubre de 1994

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS

Ing. Antonio Moreno Martínez
Palacio de Minería

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

Aeropuertos y
Servicios
Auxiliares

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS

Actualizada al 18 de agosto de 1994.

Contiene las modificaciones a las Normas para Observarse en los Procesos de Licitación de Obra Pública, emitidas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de fecha 30 de mayo de 1994, publicadas en el Diario Oficial de la Federación de fecha 13 de junio de 1994.

Contiene las modificaciones a la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas Decretadas con fecha 14 de julio de 1994, publicadas en el Diario Oficial de la Federación de fecha 5 de agosto de 1994.

agosto 18, 1994.

CONTENIDO

EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS

CC. SECRETARIOS DE LA
CAMARA DE DIPUTADOS
DEL H. CONGRESO DE LA UNION.

P R E S E N T E S .

La historia reciente de nuestro país nos ha mostrado que, cuando los mexicanos unimos nuestro trabajo, talento y nacionalismo, podemos alcanzar mejores niveles de desarrollo y bienestar. Crear las condiciones macroeconómicas propicias para el crecimiento sostenido con estabilidad de precios, además de alentar la productividad genera un clima de confianza y certidumbre. Solo así, con entusiasmo y confianza, es como podremos salir adelante y dejar una sólida estructura, que ofrezca un horizonte más promisorio a las futuras generaciones.

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 planteó la necesidad de reformar al Estado y así hacerlo más eficiente, ordenado, justo y solidario. Consecuente con estos fines, la política de gasto público también ha sido objeto de un proceso de transformación que, entre otros aspectos, comprende una estricta disciplina presupuestal y un mayor control en su ejercicio.

Una de las vertientes del gasto público se encuentra en la ejecución de la obra pública y en las adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios en general, cuyos contratos celebran las dependencias y entidades de la administración pública federal. Estos actos jurídicos, que hoy se encuentran regulados por la Ley de Obras Públicas y por la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, deben llevarse a cabo bajo criterios de eficiencia, eficacia, transparencia, disciplina y control presupuestal.

En este contexto de importantes reformas hacia el interior de nuestras estructuras, México participa en una franca competencia internacional y en una inminente globalización de los mercados, lo cual se traduce, necesariamente, en un cambio de actitud frente a estos nuevos retos. La legislación mexicana, acorde con nuestra propia experiencia, debe adecuarse a esta nueva realidad.

El artículo 134 de la Constitución dispone que las adquisiciones y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra que realicen el gobierno federal y el gobierno del Distrito Federal, así como sus respectivas administraciones públicas paraestatales, se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente, se presenten proposiciones solventes, en sobre cerrado, que será abierto públicamente a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

El mismo precepto agrega que, cuando no sean idóneas las referidas licitaciones, para asegurar dichas condiciones, las Leyes establecerán las bases, procedimientos, reglas, requisitos y demás elementos para acreditar la economía, eficiencia, y eficacia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado.

Teniendo siempre presente este mandato inexorable, la presente Iniciativa recoge la experiencia que, durante años, hemos acumulado en cuanto a la contratación de obra pública, adquisiciones, arrendamientos y servicios. Plantea, a la vez, nuevas propuestas para fortalecer los aspectos presupuestales de la materia; dotar de mayor transparencia a los procedimientos de licitación y contratación; simplificar administrativamente dichos procedimientos; administrar de mejor manera las

obras, adquisiciones, arrendamientos y servicios; y, adecuar el marco normativo a las condiciones de apertura comercial en las que México ha incursionado.

Además, la Iniciativa que hoy se presenta a su consideración, refleja la atención que se ha dado a diversas peticiones, opiniones y sugerencias que, en últimos meses, han sido expresadas por parte de las cámaras industriales y comerciales.

Con objeto de facilitar su interpretación y aplicación, se propone reunir, en un solo ordenamiento, las materias de obras públicas y de adquisiciones, arrendamientos y servicios que, hasta ahora, han sido regulados en forma independiente. Ello, en virtud de la analogía que presentan muchas de sus disciplinas y de la conveniencia de reducir al máximo la regulación respecto de las mismas, sin que ello se traduzca en el abandono de los objetivos que persigue esta iniciativa.

La transparencia y legalidad en los actos que se realicen al amparo de esta nueva Ley, de merecer su aprobación, constituyen precisamente uno de estos objetivos fundamentales. Para tal efecto, se propone el fortalecimiento de las facultades de la Secretarías de la Contraloría General de la Federación y de Hacienda y Crédito Público, en materia de información y verificación; sanciones; inconformidades y recurso de revocación.

En resumen, con la presente Iniciativa se pretende conformar un marco jurídico idóneo para que la obra pública, así como las adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios en general, que lleven a cabo las dependencias y entidades de la administración pública federal, se realice con criterios de eficacia y eficiencia; con transparencia en su invitación y adjudicación; con un equilibrio en cuanto a la integración de los respectivos contratos; con estricta disciplina y control presupuestal; promoviendo la simplificación administrativa y la descentralización de funciones; y facilitando la coexistencia de tratados internacionales que abarquen estas disciplinas.

Es, por tanto, una Iniciativa congruente con los nuevos tiempos que vive el país: clara en sus objetivos y eficaz en su postulado.

Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en lo dispuesto en la fracción I del artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por el digno conducto de ustedes, CC. Secretarios, me permito, someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, la siguiente Iniciativa de

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación del jueves 30 de diciembre de 1993)

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

D E C R E T O

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, D E C R E T A :

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

Capítulo Unico

ARTICULO 1.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, gasto, ejecución, conservación, mantenimiento y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles, la prestación de servicios de cualquier naturaleza, así como de la obra pública y los servicios relacionados con la misma, que contraten:

I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República.

II. Las secretarías de Estado y departamentos administrativos;

III. Las Procuradurías Generales de la República, y de Justicia del Distrito Federal;

IV. El gobierno del Distrito Federal;

V. Los organismos descentralizados, y

VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sean considerados entidades paraestatales.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias que se refieren en este artículo.

Las dependencias y entidades señaladas en las fracciones anteriores, se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, cuya finalidad sea evadir lo previsto en este ordenamiento.

No estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley, los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades.

ARTICULO 2.- Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

I. Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

II. Contraloría: la Secretaría de la Contraloría General de la Federación;

III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a IV del artículo 1;

IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones V y VI del artículo 1;

V. Sector: el agrupamiento de entidades coordinado por la dependencia que, en cada caso, designe el Ejecutivo federal;

VI. Tratados: los definidos como tales en la fracción I del artículo 2 de la Ley sobre la Celebración de Tratados;

VII. Proveedor: la persona que celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, y

VIII. Contratista: la persona que celebre contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas.

ARTICULO 3.- Para los efectos de esta Ley, entre las adquisiciones, arrendamientos y servicios, quedan comprendidos:

I. Las adquisiciones de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, que sean necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias y entidades de acuerdo a lo pactado en los contratos de obras;

II. Las adquisiciones de bienes muebles que incluyan la instalación, por parte del proveedor, en inmuebles de las dependencias y entidades, cuando su precio sea superior al de su instalación;

III. La contratación de los servicios relacionados con bienes muebles que se encuentren incorporados o adheridos a inmuebles, cuya conservación, mantenimiento o reparación no impliquen modificación alguna al propio inmueble;

IV. La reconstrucción, reparación y mantenimiento de bienes muebles; maquila; seguros; transportación de bienes muebles; contratación de servicios de limpieza y vigilancia, así como los estudios técnicos que se vinculen con la adquisición o uso de bienes muebles;

V. Los contratos de arrendamiento financiero de bienes muebles, y

VI. En general, los servicios de cualquier naturaleza cuya prestación genere una obligación de pago para las dependencias y entidades, que no se encuentren regulados en forma específica por otras disposiciones legales.

En todos los casos en que esta Ley haga referencia a las adquisiciones, arrendamientos y servicios, se entenderá que se trata, respectivamente, de adquisiciones de bienes muebles, arrendamientos de bienes muebles y de prestación de servicios de cualquier naturaleza; salvo, en este último caso, de los servicios relacionados con la obra pública.

ARTICULO 4.- Para los efectos de esta Ley se considera obra pública:

La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de bienes inmuebles;

I. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de bienes inmuebles;

II. Los servicios relacionados con la misma, incluidos los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consultorías especializadas; la dirección o supervisión de la ejecución de las obras; los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones cuando el costo de éstas sea superior al de los bienes muebles que deban adquirirse; y, los trabajos de exploración, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros que se encuentren en el subsuelo;

III. Los proyectos integrales, que comprenderán desde el diseño de la obra hasta su terminación total;

IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo; subsuelo; desmontes; extracción; y, aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos;

VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria, y

VII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

ARTICULO 5.- La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados. *

ARTICULO 6.- Solamente estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, que contraten las entidades federativas, cuando se realicen con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que en su caso, corresponda a los municipios interesados.

ARTICULO 7.- El gasto de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, se sujetará, en su caso, a las disposiciones especificas de los presupuestos anuales de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

ARTICULO 8.- La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley a efectos administrativos.

La Secretaría y la Contraloría dictarán las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la otra secretaría, así como, cuando corresponda, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el **Diario Oficial de la Federación.**

ARTICULO 9.- Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas micro, pequeñas y medianas, deban observar las dependencias y entidades.

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

ARTICULO 10.- Los titulares de las dependencias, los órganos de gobierno de las entidades y los directores de estas últimas serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la simplificación administrativa, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades.

ARTICULO 11.- La secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán contratar asesoría técnica para la realización de investigaciones de mercado; el mejoramiento del sistema de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública; la verificación de precios, pruebas de calidad, y otras actividades vinculadas con el objeto de esta Ley.

Para los efectos del párrafo anterior, las citadas dependencias pondrán a disposición entre sí los resultados de los trabajos objeto de los respectivos contratos de asesoría técnica.

ARTICULO 12.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuenten.

ARTICULO 13.- En lo no previsto por esta Ley, serán aplicables el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal; y, el Código Federal de Procedimientos Civiles.

ARTICULO 14.- Cuando por las condiciones especiales de la obra pública se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere el artículo 6, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades

federativas que correspondan y las dependencias y entidades.

ARTICULO 15.- Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, salvo aquéllas en que sean parte empresas de participación estatal mayoritaria o fideicomisos públicos, serán resueltas por los tribunales federales.

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados solo cuando sus leyes no regulen esta materia de manera expresa.

Lo anterior, sin perjuicio de lo establecido en los Tratados de que México sea parte o de que la Contraloría conozca, en la esfera administrativa, de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los contratos antes referidos, en los términos del Título Sexto de esta Ley.

Sólo podrá pactarse cláusula arbitral en contratos respecto de aquellas controversias que determine la Secretaría, mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Contraloría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho.

ARTICULO 16.- Los contratos que celebren las dependencias y entidades fuera del territorio nacional, se regirán, en lo conducente, por esta Ley, sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación del lugar donde se formalice el acto.

TITULO SEGUNDO

De la Planeación, Programación y Presupuestación.

Capítulo Unico.

ARTICULO 17.- En la planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de la obra pública, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

I. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y

II. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal o de las entidades respectivas.

ARTICULO 18.- Las dependencias y entidades formularán sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, y sus respectivos presupuestos, considerando:

I. Las acciones previas, durante y posteriores a la realización de dichas operaciones; los objetivos y metas a corto y mediano plazo;

II. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios;

III. Las unidades responsables de su instrumentación;

IV. Sus programas sustantivos, de apoyo administrativo y de inversiones, así como, en su caso aquéllos relativos a la adquisición de bienes para su posterior comercialización incluyendo los que habrán de sujetarse a procesos productivos;

V. La existencia en cantidad suficiente de los bienes; en su caso, las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización las que servirán de referencia para exigir la misma especificación técnica a los bienes de procedencia extranjera; los plazos estimados de suministro, y los avances tecnológicos incorporados en los bienes;

VI. En su caso, los planos, proyectos, especificaciones y programas de ejecución;

VII. Los requerimientos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes muebles a su cargo, y

VIII. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y

características de las adquisiciones, arrendamientos o servicios.

ARTICULO 19.- Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos considerando:

I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica y ecológica en la realización de la obra;

II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;

III. Las acciones previas, durante y posteriores a su ejecución, incluyendo las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquellas en servicio;

IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra;

V. Los resultados previsibles;

VI. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para su ejecución, así como los gastos de operación;

VII. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de cada obra;

VIII. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

IX. La regularización y adquisición de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;

X. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios, las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con la obra, los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de la obra;

XI. Los trabajos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo;

(El siguiente párrafo XII fué adicionado por el Decreto de fecha 14 de julio de 1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 5 de agosto de 1994).

XII. Las instalaciones para que las personas discapacitadas puedan acceder y transitar por los inmuebles que sean construidos, las que, según la naturaleza de la obra, podrán consistir en rampas, puertas, elevadores, pasamanos, asideras y otras instalaciones análogas a las anteriores que coadyuven al cumplimiento de tales fines, y

(El siguiente párrafo pasó de ser del XII al XIII, de acuerdo al Decreto de fecha 14 de julio de 1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 5 de agosto de 1994).

XIII. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de la obra.

ARTICULO 20.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a prever los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de la obra pública, con sustento en los estudios de impacto ambiental previstos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente.

Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restauren las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse, y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Desarrollo Social y, en su caso, a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

ARTICULO 21.- Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, primero verificarán si en sus archivos o en los de las entidades o dependencias afines existen estudios o proyectos sobre la materia. De resultar positiva la verificación y de comprobarse que el estudio o proyecto localizado satisface los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación.

ARTICULO 22.- Las entidades que sean apoyadas presupuestalmente o que reciban transferencias de recursos federales, remitirán sus programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, a la dependencia coordinadora de Sector en la fecha que ésta señale.

Las dependencias coordinadoras de sector y, en su caso, las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, enviarán a la Secretaría los programas y presupuestos mencionados en la fecha que ésta determine, para su examen, aprobación e inclusión en lo conducente, en el proyecto de Presupuesto de Egresos correspondiente.

ARTICULO 23.- Las dependencias y entidades, a más tardar el 31 de marzo de cada año, pondrán a disposición de los interesados, por escrito sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, salvo que medie causa debidamente justificada para no hacerlo en dicho plazo.

El documento que contenga los programas será de carácter informativo; no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Las dependencias y entidades remitirán sus programas a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, quien, también para efectos informativos, podrá llevar a cabo la integración correspondiente.

ARTICULO 24.- Las dependencias deberán establecer comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios que tendrán las siguientes funciones:

I. Revisar los programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes;

II. Dictaminar sobre la procedencia de celebrar licitaciones públicas, así como los casos en que no se celebren por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 81, salvo en los casos de la fracción VI del inciso A, y en el artículo 82;

III. Proponer las políticas internas, bases y lineamientos en materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, debiendo informar al titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;

IV. Analizar trimestralmente el informe de la conclusión de los casos dictaminados conforme a la fracción II anterior, así como los resultados generales de las adquisiciones, arrendamientos y servicios y, en su caso, disponer las medidas necesarias;

V. Analizar exclusivamente para su opinión cuando se le solicite, los dictámenes y fallos emitidos por los servidores públicos responsables de ello;

VI. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Secretaría, y

VII. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

La Secretaría podrá autorizar la creación de comités en órganos desconcentrados cuando las características de sus funciones así lo justifiquen.

Los órganos de gobierno de las entidades deberán establecer dichos comités salvo que, por la naturaleza de sus funciones o por la magnitud de sus operaciones, no se justifique su instalación a juicio de la Secretaría.

ARTICULO 25.- El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, determinará las dependencias y entidades que deberán instalar Comisiones Consultivas Mixtas de Abastecimiento, en función del volumen, características e importancia de las adquisiciones, arrendamientos y servicios que contraten. Dichas Comisiones tendrán por objeto:

I. Propiciar y fortalecer la comunicación de las propias dependencias y entidades con la industria, a fin de lograr una mejor

planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios;

II. Promover y acordar la simplificación interna de trámites administrativos que realicen las dependencias o entidades relacionados con las adquisiciones, arrendamientos y servicios;

III. Difundir y fomentar la utilización de los diversos estímulos del Gobierno Federal y de los programas de financiamiento para apoyar la fabricación de bienes, y

IV. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento de la Comisión, conforme a las bases que expida la Secretaría.

ARTICULO 26.- La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante disposiciones de carácter general, oyendo la opinión de la Secretaría, determinará, en su caso, los bienes y servicios de uso generalizado que, en forma consolidada, podrán adquirir, arrendar o contratar las dependencias y entidades, ya sea de manera conjunta o separada, con objeto de obtener las mejores condiciones en cuanto a precio y oportunidad, y apoyar en condiciones de competencia a las áreas prioritarias del desarrollo.

ARTICULO 27.- En la obra pública cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes se atenderá a los costos que, en su momento, se encuentren vigentes. Igual obligación será aplicable, en lo conducente, tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios.

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto Contabilidad y Gasto Público Federal.

TITULO TERCERO

De los Procedimientos y los Contratos

Capítulo Uno

Generalidades

ARTICULO 28.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como obra pública mediante los procedimientos que a continuación se señalan:

A. Por licitación pública, y

B. Por invitación restringida, la que comprenderá:

I. La invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, y

II. La adjudicación directa.

ARTICULO 29.- Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como obra pública, solamente cuando se cuente con saldo disponible, dentro de su presupuesto aprobado, en la partida correspondiente.

En casos excepcionales y previa autorización de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con saldo disponible en su presupuesto.

Tratándose de obra pública, además se requerirá contar con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro.

Los servidores públicos que autoricen actos en contravención a lo dispuesto en este artículo se harán acreedores a las sanciones que resulten aplicables.

ARTICULO 30.- Las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, por regla general, se adjudicarán a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que serán abiertos públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo que establece la presente Ley.

ARTICULO 31.- Las licitaciones públicas podrán ser:

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios:

I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir cuenten por lo menos con un cincuenta por ciento de contenido nacional. La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante reglas de carácter general, establecerá los casos en que no será exigible el porcentaje mencionado, así como un procedimiento expedito para determinar el grado de integración nacional de los bienes que se oferten, para lo cual tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría; o

II. Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras y los bienes a adquirir sean de origen nacional o extranjero.

B. Tratándose de obras públicas: nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana; o, internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras.

Solamente se realizarán licitaciones de carácter internacional, cuando ello resulte obligatorio conforme a lo establecido en Tratados; cuando previa investigación de mercado que realice la dependencia o entidad convocante, no exista oferta en cantidad o calidad de proveedores nacionales o los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de la obra de que se trate; cuando sea conveniente en términos de precio; o bien; cuando ello sea obligatorio en adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval.

Podrá negarse la participación de proveedores o contratistas extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un Tratado o ese país no conceda un trato recíproco a los proveedores o contratistas o a los bienes y servicios mexicanos.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría, determinará los casos en que las licitaciones serán de carácter nacional en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los Tratados.

ARTICULO 32.- Las convocatorias que podrán referirse a uno o más bienes, servicios u obras, se publicarán, simultáneamente en la sección especializada del **Diario Oficial de la Federación**, en un diario de circulación nacional, y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra y contendrán:

I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases y especificaciones de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando el documento que tenga las bases, implique un costo, éste será fijado solo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisar tales documentos previamente al pago de dicho costo, el cual será requisito para participar en la licitación.

III. La fecha, hora y lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones, y

IV. La indicación de si la licitación es nacional o internacional; si se realizará bajo la cobertura de algún Tratado y el idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones.

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán:

I. La descripción general, cantidad y unidad de medida de los bienes o servicios que sean objeto de la licitación, así como la

correspondiente a, por lo menos, cinco de las partidas o conceptos de mayor monto;

II. Lugar, plazo de entrega y condiciones de pago, y

III. En el caso de arrendamiento, la indicación de si éste es con o sin opción a compra.

B. En materia de obra pública, además contendrán:

I. La descripción general de la obra y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de la obra;

II. Fecha estimada de inicio y terminación de los trabajos;

III. La experiencia o capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, de acuerdo con las características de la obra, y demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados;

IV. La información sobre los porcentajes a otorgar por concepto de anticipos, y

V. Los criterios generales conforme a los cuales se adjudicará el contrato.

ARTICULO 33.- Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria y hasta siete días naturales previos al acto de presentación y apertura de proposiciones, y contendrán, como mínimo, lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. Poderes que deberán acreditarse; fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar para la presentación y apertura de las proposiciones, garantías, comunicación del fallo y firma del contrato;

III. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación;

IV. El idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones;

V. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los proveedores o contratistas, podrán ser negociadas, y

VI. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos y la indicación de que en la evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos o porcentajes.

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán:

I. Descripción completa de los bienes o servicios; información específica sobre el mantenimiento, asistencia técnica y capacitación; relación de refacciones que deberán cotizarse cuando sean parte integrante del contrato; especificaciones y normas que, en su caso, sean aplicables; dibujos; cantidades; muestras; pruebas que se realizarán y, de ser posible método para ejecutarlas; periodo de garantía y, en su caso, otras opciones adicionales de cotización;

II. Plazo, lugar y condiciones de entrega;

III. Requisitos que deberán cumplir quienes deseen participar;

IV. Condiciones de precio y pago;

V. La indicación de si se otorgará anticipo, en cuyo caso deberá señalarse el porcentaje respectivo, el que no podrá exceder del cincuenta por ciento del monto total del contrato;

VI. La indicación de si la totalidad de los bienes o servicios objeto de la licitación, o bien, de cada partida o concepto de los mismos serán adjudicados a un solo proveedor, o si la adjudicación se hará mediante el procedimiento de abastecimiento simultáneo a que se refiere el artículo 49, en cuyo caso deberá precisarse el número de fuentes de abastecimiento requeridas, los porcentajes que se asignarán a cada una, y el porcentaje diferencial en precio que se considerará;

VII. En el caso de los contratos abiertos la información que corresponda del artículo 48;

VIII. Señalamiento de que será causa de descalificación la comprobación de que algún proveedor ha acordado con otro u otros elevar los precios de los bienes y servicios;

IX. Penas convencionales por atraso en las entregas;

X. Instrucciones para elaborar y entregar las proposiciones y garantías, y

XI. La indicación de que; en los casos de licitación internacional en que la convocante determine que los pagos se harán en moneda extranjera, los proveedores nacionales exclusivamente para fines de comparación, podrán presentar la parte del contenido importado de sus proposiciones, en la moneda extranjera que determine la convocante; pero el pago se efectuará en moneda nacional al tipo de cambio vigente en la fecha en que se haga el pago de los bienes.

B. En materia de obra pública, además contendrán:

I. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción aplicables; catálogo de conceptos, cantidad y unidades de trabajo; y, relación de conceptos de trabajo, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra y maquinaria de construcción que intervienen en los análisis anteriores;

II. Relación de materiales y equipo de instalación permanente, que en su caso, proporcione la convocante;

III. Origen de los fondos para realizar los trabajos y el importe autorizado para el primer ejercicio, en el caso de obras que rebasen un ejercicio presupuestal;

IV. Experiencia, capacidad técnica y financiera y demás requisitos que deberán cumplir los interesados;

V. Forma y términos de pago de los trabajos objeto del contrato;

VI. Datos sobre la garantía de seriedad en la proposición; porcentajes, forma y términos del o los anticipos que se concedan; y, procedimiento de ajuste de costos;

VII. Lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que se deberá llevar a cabo dentro de un plazo no menor de diez días naturales contados a partir de la publicación de la convocatoria, ni menor de siete días naturales anteriores a la fecha y hora del acto de presentación y apertura de proposiciones;

VIII. Información específica sobre las partes de la obra que podrán subcontratarse;

IX. Cuando proceda, registro actualizado en la Cámara que le corresponda;

X. Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación;

XI. Modelo de contrato, y

XII. Condiciones de precio y, tratándose de contratos celebrados a precio alzado, las condiciones de pago.

Tanto en licitaciones nacionales como internacionales, los requisitos y condiciones que contengan las bases de la licitación, deberán ser los mismos para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega; plazos para la ejecución de los trabajos; normalización; forma y plazo de pago; penas convencionales; anticipos; y garantías.

Tratándose de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, los requisitos para la licitación serán establecidos por la Secretaría.

En el ejercicio de sus atribuciones, la Contraloría podrá intervenir en cualquier acto que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley. Si la Contraloría determina la cancelación del proceso de adjudicación, la dependencia o entidad reembolsará a los participantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

ARTICULO 34.- Todo interesado que satisfaga los requisitos de la convocatoria y las bases de la licitación, tendrá derecho a presentar su proposición.

Para tal efecto, las dependencias y entidades no podrán exigir requisitos adicionales a los previstos por esta Ley. Asimismo, proporcionarán a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con la licitación, a fin de evitar favorecer a algún participante.

El plazo para la presentación y apertura de proposiciones no podrá ser inferior a cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria, salvo que, por razones de urgencia justificadas y siempre que éllo no tenga por objeto limitar el número de participantes, no pueda observarse dicho plazo, en cuyo caso éste no podrá ser menor a diez días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria. En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, la reducción del plazo será autorizada por el comité de adquisiciones, arrendamientos y servicios.

En licitaciones nacionales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

ARTICULO 35.- Las dependencias y entidades, siempre que éllo no tenga por objeto limitar el número de participantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de la licitación, cuando menos con siete días naturales de anticipación a la fecha señalada para la presentación y apertura de proposiciones, siempre que:

I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y

II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso a través de la sección especializada del **Diario Oficial de la federación** a que se refiere el artículo 32, a fin de que los interesados concurran, en su caso, ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, la o las modificaciones respectivas.

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que, a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los participantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación.

Las modificaciones de que trata este artículo no podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los bienes, obras o servicios convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos.

ARTICULO 36.- En las licitaciones públicas, la entrega de proposiciones se hará por escrito, mediante dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica, incluyendo en esta última la garantía de seriedad de las ofertas.

ARTICULO 37.- Las dependencias y entidades, a través de la sección especializada del **Diario Oficial de la Federación** a que se refiere el artículo 32, harán del conocimiento general la identidad del participante ganador de cada licitación pública. Esta publicación contendrá los requisitos que determine la Secretaría.

ARTICULO 38.- Quienes participen en las licitaciones o celebren los contratos a que se refiere esta Ley, deberán garantizar:

I. La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de licitación pública.

   La convocante conservará en custodia las garantías de que se trate hasta la fecha del fallo, en que serán devueltas a los licitantes salvo la de aquél a quien se hubiere adjudicado el contrato, la que se retendrá hasta el momento en que el proveedor o contratista constituya la garantía de cumplimiento del contrato correspondiente;

II. Los anticipos que, en su caso, reciban. Esta garantía deberá constituirse por la totalidad del monto del anticipo, y

III. El cumplimiento de los contratos.

Para los efectos de las fracciones I y III, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, fijarán las bases, forma y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse a su favor.

Cuando las dependencias y entidades celebren contratos en los casos señalados en los artículos 81, fracción V del inciso A y III del inciso B; y 82, bajo su responsabilidad, podrán exceptuar al proveedor o contratista, según corresponda, de presentar la garantía de cumplimiento del contrato respectivo.

Tratándose de obra pública, las garantías previstas en las fracciones II y III de este artículo, deberán presentarse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que el contratista reciba copia del fallo de adjudicación; y el o los anticipos correspondientes se entregarán, a más tardar, dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación de la garantía.

ARTICULO 39.- Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley, se constituirán en favor de:

I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I y II del artículo 1, y con la Procuraduría General de la República;

II. La Tesorería del Distrito Federal, por actos o contratos que se celebren con el gobierno del Distrito Federal y la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal;

III. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y

IV. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos a que se refiere el artículo 6.

ARTICULO 40.- Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del proveedor o contratista.

Asimismo, las dependencias y entidades podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurran razones de interés general.

ARTICULO 41.- Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas físicas o morales siguientes:

I. Aquellas en que el servidor público que intervenga en cualquier forma en la adjudicación del contrato tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquéllas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;

II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público;

III. Aquellos proveedores o contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato, en más de una ocasión, dentro de un lapso de dos años calendario contado a partir de la primera rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante dos años calendario contados a partir de la fecha de rescisión del segundo contrato;

IV. Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de la fracción anterior respecto de dos o más dependencias o entidades, durante un año calendario contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;

V. Las que no hubieren cumplido sus obligaciones contractuales respecto de las materias de esta Ley, por causas imputables a éllas y que como consecuencia de ello, haya sido perjudicada gravemente la dependencia o entidad respectiva;

VI. Aquéllas que hubieren proporcionado información que resulte falsa, o que haya actuado con dolo o mala fe, en algún proceso para la adjudicación de un contrato, en su celebración, durante su vigencia o bien en la presentación o desahogo de una inconformidad.

VII. Las que, en virtud de la información con que cuente la Contraloría, hayan celebrado contratos en contravención a lo dispuesto por esta Ley.

VIII. Los proveedores que se encuentren en situación de atraso en las entregas de los bienes o servicios por causas imputables a ellos mismos, respecto al cumplimiento de otro u otros contratos y hayan afectado con ello a la dependencia o entidad convocante;

IX. Aquéllas a las que se les declare en estado de quiebra o, en su caso, sujetas a concurso de acreedores;

X. Respecto de las adquisiciones y arrendamientos, así como para la ejecución de la obra pública correspondiente, las que realicen o vayan a realizar por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, trabajos de coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones, laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica de suelos y de resistencia de materiales y radiografías industriales, preparación de especificaciones de construcción, presupuesto o la elaboración de cualquier otro documento para la licitación de la adjudicación del contrato de la misma obra;

XI. Las que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, elaboren dictámenes, peritajes y avalúos, cuando se requiera dirimir controversias entre tales personas y la dependencia o entidad, y

XII. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley.

ARTICULO 42.- El Presidente de la República podrá autorizar la contratación directa de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública incluido el gasto correspondiente y establecerá los medios de control que estime pertinentes, cuando se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para salvaguardar la integridad, la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior.

ARTICULO 43.- En los procedimientos para la contratación de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de los bienes o servicios de procedencia nacional y los

propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados.

ARTICULO 44.- Las dependencias o entidades no podrán financiar a proveedores la adquisición o arrendamiento de bienes o la prestación de servicios, cuando éstos vayan a ser objeto de contratación por parte de las propias dependencias o entidades, salvo que, de manera excepcional y por tratarse de proyectos de infraestructura se obtenga la autorización previa y específica de la Secretaría y de la Contraloría. No se considerará como operación de financiamiento, el otorgamiento de anticipos, los cuales en todo caso, deberán garantizarse en los términos del artículo 38.

Capítulo II

De los procedimientos y Contratos de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios.

ARTICULO 45.- El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

I. En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;

II. Los participantes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas. En caso de que la apertura de las proposiciones económicas no se realice en la misma fecha, los sobres que las contengan serán firmados por los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, y quedarán en custodia de ésta, quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. En su caso, durante este período, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas;

III. En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe de las propuestas que contengan los documentos y cubran los requisitos exigidos;

IV. En caso de que el fallo de la licitación no se realice en la misma fecha, dos proveedores, por lo menos y los servidores públicos de la convocante presentes, firmarán las proposiciones económicas aceptadas. La dependencia o entidad señalará fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación, el que deberá quedar comprendido dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente;

V. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar por escrito el fallo de la licitación a cada uno de los licitantes;

VI. En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida; asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma. El fallo de la licitación, de ser el caso, se hará constar en el acta a que se refiere la fracción siguiente, y

VII. La dependencia o entidad levantará acta de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones, en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus

importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se le entregará copia de la misma.

ARTICULO 46.- Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

ARTICULO 47.- Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una nueva convocatoria.

Tratándose de licitaciones en las que una o varias partidas se declaren desiertas por no haberse recibido posturas satisfactorias, la dependencia o entidad podrá proceder, solo por esas partidas, en los términos del párrafo anterior, o bien, cuando proceda, en los términos del artículo 82.

ARTICULO 48.- Las dependencias y entidades podrán celebrar contratos abiertos conforme a lo siguiente:

I. Se establecerá la cantidad mínima y máxima de bienes por adquirir o arrendar, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse en la adquisición o el arrendamiento;

   En el caso de servicios, se establecerá el plazo mínimo y máximo para la prestación, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse;

II. Se hará una descripción completa de los bienes o servicios relacionada con sus correspondientes precios unitarios;

III. En la solicitud y entrega de los bienes se hará referencia al contrato celebrado;

IV. Su vigencia no excederá del ejercicio fiscal correspondiente a aquél en que se suscriban, salvo que se obtenga previamente autorización para afectar recursos presupuestales de años posteriores, en términos de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y su Reglamento;

V. Como máximo cada treinta días naturales se hará el pago de los bienes entregados o de los servicios prestados en tal período, y

VI. En ningún caso, su vigencia excederá de tres ejercicios fiscales.

ARTICULO 49.- Las dependencias y entidades, previa justificación de la conveniencia de distribuir la adjudicación de los requerimientos de un mismo bien a dos o más proveedores, podrán hacerlo siempre que así se haya establecido en las bases de la licitación.

En este caso, el porcentaje diferencial en precio que se considerará para determinar los proveedores susceptibles de adjudicación, no podrá ser superior al cinco por ciento respecto de la proposición solvente más baja.

ARTICULO 50.- Los contratos que deban formalizarse como resultado de su adjudicación, deberán suscribirse en un término no mayor de veinte días naturales contados a partir de la fecha en que se hubiere notificado al proveedor el fallo correspondiente.

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato como resultado de una licitación, perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado si, por causas imputables a él, la operación no se formaliza dentro del plazo a que se refiere este artículo, pudiendo la dependencia o entidad adjudicar el contrato al participante que haya presentado la segunda proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 46, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento.

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato no estará obligado a suministrar los bienes o prestar el servicio, si la dependencia o entidad, por causas no imputables al mismo proveedor, no firmare el contrato dentro del plazo establecido en este artículo, en cuyo caso se le reembolsarán los gastos no recuperables en que hubiere incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El atraso de la dependencia o entidad en la formalización de los contratos respectivos, prorrogará en igual plazo la fecha de cumplimiento de las obligaciones asumidas por ambas partes.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios no podrán cederse en forma parcial ni total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro en cuyo caso se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate.

ARTICULO 51.- En las adquisiciones, arrendamientos y servicios, deberá pactarse preferentemente la condición de precio fijo.

En casos justificados se podrán pactar en el contrato decrementos o incrementos a los precios, de acuerdo con la fórmula que determine previamente la convocante en las bases de la licitación. En ningún caso procederán ajustes que no hubieren sido considerados en las propias bases de la licitación.

Tratándose de bienes o servicios sujetos a precios oficiales, se reconocerán los incrementos autorizados.

ARTICULO 52.- Las dependencias y entidades deberán pagar al proveedor el precio estipulado en el contrato, a más tardar dentro de los veinte días naturales siguientes contados a partir de la fecha en que se haga exigible la obligación a cargo de la propia dependencia o entidad.

En caso de incumplimiento en los pagos a que se refiere el párrafo anterior y sin perjuicio de la responsabilidad del servidor público que corresponda de la dependencia o entidad, ésta deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo pactado, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del proveedor.

ARTICULO 53.- Dentro de su presupuesto aprobado y disponible, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad y por razones fundadas, podrán acordar el incremento en la cantidad de bienes solicitados mediante modificaciones a sus contratos vigentes, dentro de los seis meses posteriores a su firma, siempre que el monto total de las modificaciones no rebase, en conjunto, el quince por ciento de los conceptos y volúmenes establecidos originalmente en los mismos y el precio de los bienes sea igual al pactado originalmente.

Igual porcentaje se aplicará a las modificaciones o prórrogas que se hagan respecto de la vigencia de los contratos de arrendamientos o servicios.

Tratándose de contratos en los que se incluyan bienes o servicios de diferentes características, el porcentaje se aplicará para cada partida o concepto de los bienes o servicios de que se trate.

Cualquier modificación a los contratos deberá formalizarse por escrito; por parte de las dependencias y entidades, los instrumentos legales respectivos serán suscritos por el servidor público que lo haya hecho en el contrato o quien lo sustituya.

Las dependencias y entidades se abstendrán de hacer modificaciones que se refieran a precios, anticipos, pagos progresivos, especificaciones, y, en general, cualquier cambio que implique otorgar condiciones más ventajosas a un proveedor comparadas con las establecidas originalmente.

ARTICULO 54.- Las dependencias y entidades podrán pactar penas convencionales a cargo del proveedor por atraso en el cumplimiento de los contratos. En las operaciones en que se pactare ajuste de precios, la penalización se calculará sobre el precio ajustado.

Tratándose de incumplimiento del proveedor por la no entrega de los bienes o de la prestación del servicio, éste deberá reintegrar los anticipos más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre el monto del anticipo no amortizado y se computarán por días calendario desde la fecha de su entrega hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

Los proveedores quedarán obligados ante la dependencia o entidad a responder de los defectos y vicios ocultos de los bienes y de la calidad de los servicios, así como de cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

Los proveedores cubrirán las cuotas compensatorias a que, conforme a la Ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes objeto de un contrato, y en estos casos no procederán incrementos a los precios pactados, ni cualquier otra modificación al contrato.

ARTICULO 55.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a mantener los bienes adquiridos o arrendados en condiciones apropiadas de operación, mantenimiento y conservación, así como vigilar que los mismos se destinen al cumplimiento de los programas y acciones previamente determinados.

Para los efectos del párrafo anterior, las dependencias y entidades en los actos o contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, deberán estipular las condiciones que garanticen su correcta operación y funcionamiento; el aseguramiento del bien o bienes de que se trate para garantizar su integridad hasta el momento de su entrega y, en caso de ser necesario, la capacitación del personal que operará los equipos.

Capítulo III

De los Procedimientos y Contratos de Obra Pública

ARTICULO 56.- Las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por contrato o por administración directa.

ARTICULO 57.- Para los efectos de esta Ley los contratos de obra pública podrán ser de dos tipos:

I. Sobre la base de precios unitarios en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado, o

II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido. Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por actividades principales.

Los contratos de este tipo no podrán ser modificados en monto o plazo, ni estarán sujetos a ajuste de costos.

Los contratos que contemplen proyectos integrales se celebrarán a precio alzado.

Las dependencias y entidades podrán incorporar las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de la obra, siempre que con ello no se desvirtúe el tipo de contrato con que se haya licitado.

ARTICULO 58.- El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevarán a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

I. En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;

II. Los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de aquellos licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y quedarán en custodia de la propia dependencia o entidad, quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. Durante este período, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas;

III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma;

IV. En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Los participantes rubricarán el catálogo de conceptos, en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación;

V. Se señalarán fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de cuarenta días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente;

VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma;

VII. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, y

VIII. En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida; asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma.

ARTICULO 59.- Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación; que el programa de ejecución sea factible de realizar, dentro del plazo solicitado, con los recursos considerados por el licitante, y, que las características,

especificaciones y calidad de los materiales sean de las requeridas por la convocante.

Las dependencias y entidades también verificarán el debido análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, conforme a las disposiciones que expida la Secretaría.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

ARTICULO 60.- Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando a su juicio las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una convocatoria.

ARTICULO 61.- Los contratos de obra pública contendrán, como mínimo las declaraciones y estipulaciones referentes a:

I. La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato;

II. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato;

III. La fecha de iniciación y terminación de los trabajos;

IV. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales;

V. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato;

VI. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;

VII. Montos de las penas convencionales;

VIII. Forma en que el contratista en su caso reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso para la contratación o durante la ejecución de la obra, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el segundo párrafo del artículo 69;

IX. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato;

X. La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar debiendo acompañar, como parte integrante del contrato, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes, y

XI. En su caso, los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán controversias futuras y previsibles que pudieren versar sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo.

ARTICULO 62.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente

especificaciones y calidad de los materiales sean de las requeridas por la convocante.

Las dependencias y entidades también verificarán el debido análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, conforme a las disposiciones que expida la Secretaría.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

ARTICULO 60.- Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando a su juicio las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una convocatoria.

ARTICULO 61.- Los contratos de obra pública contendrán, como mínimo las declaraciones y estipulaciones referentes a:

I. La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato;

II. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato;

III. La fecha de iniciación y terminación de los trabajos;

IV. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales;

V. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato;

VI. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;

VII. Montos de las penas convencionales;

VIII. Forma en que el contratista en su caso reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso para la contratación o durante la ejecución de la obra, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el segundo párrafo del artículo 69;

IX. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato;

X. La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar debiendo acompañar, como parte integrante del contrato, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes, y

XI. En su caso, los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán controversias futuras y previsibles que pudieren versar sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo.

ARTICULO 62.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente

proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 59, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el contratista, sin incurrir en responsabilidad, podrá determinar no ejecutar la obra. En este supuesto, la dependencia o entidad liberará la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición y cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido el contratista para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale específicamente en las bases de la licitación, las partes de la obra que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad.

Las empresas con quienes se contrate la realización de obras públicas, adquisiciones y servicios, podrán presentar conjuntamente proposiciones en las correspondientes licitaciones, sin necesidad de constituir una nueva sociedad, siempre que, para tales efectos, al celebrar el contrato respectivo, se establezcan con precisión a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de la obra que cada empresa se obligará a ejecutar, así como la manera en que, en su caso, se exigirá el cumplimiento de las obligaciones.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de obra pública no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo supuesto se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate.

ARTICULO 63.- El otorgamiento de los anticipos se deberá pactar en los contratos de obra pública conforme a lo siguiente:

I. Los importes de los anticipos concedidos serán puestos a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos; el atraso en la entrega del anticipo, será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado. Cuando el contratista no entregue la garantía de los anticipos dentro del plazo señalado en el artículo 38, no procederá el diferimiento y por lo tanto deberá iniciar la obra en la fecha establecida originalmente.

   Los contratistas, en su proposición, deberán considerar para la determinación del costo financiero de los trabajos, el importe de los anticipos;

II. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 70, salvo los que se celebren conforme al último párrafo del mismo, ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios, que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate, y

III. Para la amortización de los anticipos en los casos de rescisión de contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de veinte días naturales contados a partir de la fecha en que le sea comunicada la rescisión al contratista.

   El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado en esta fracción, cubrirá los cargos que resulten conforme a la tasa y el procedimiento de cálculo establecidos en el segundo párrafo del artículo 69.

ARTICULO 64.- Las dependencias y entidades establecerán la residencia de supervisión con anterioridad a la iniciación de la obra, y será la responsable directa de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la

aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas.

ARTICULO 65.- La ejecución de la obra contratada deberá iniciarse en la fecha señalada, y para ese efecto, la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deba llevarse a cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad, prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada de terminación de los trabajos.

ARTICULO 66.- Las estimaciones de trabajos ejecutados, a más tardar, se presentarán por el contratista a la dependencia o entidad por periodos mensuales, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago.

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, dentro de un plazo no mayor a treinta días naturales, contados a partir de la fecha en que las hubiere recibido el residente de supervisión de la obra de que se trate.

Las diferencias técnicas o numéricas pendientes de pago se resolverán y, en su caso, incorporarán en la siguiente estimación.

ARTICULO 67.- Cuando ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos podrán ser revisados, atendiendo a lo acordado por las partes en el respectivo contrato. El aumento o reducción correspondiente deberá constar por escrito.

No dará lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de una obra.

ARTICULO 68.- El procedimiento de ajuste de costos deberá pactarse en el contrato y se sujetará a lo siguiente:

I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos respecto de la obra faltante de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa vigente.

   Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para la obra que debiera estar pendiente de ejecutar conforme al programa originalmente pactado.

II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos, serán calculados con base en los relativos o el índice que determine la Secretaría. Cuando los relativos que requiera el contratista o la contratante no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen utilizando los lineamientos y metodología que expida la Secretaría.

III. Los precios del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta, y

IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría.

El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, deberá cubrirse por parte de la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que la dependencia o entidad resuelva por escrito el aumento o reducción respectivo.

ARTICULO 69.- En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se

computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días calendario desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

Lo previsto en este artículo deberá pactarse en los contratos respectivos.

ARTICULO 70.- Las dependencias y entidades podrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obra pública mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado o varían sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos del artículo 29. Este convenio adicional deberá ser autorizado bajo la responsabilidad del titular de la dependencia o entidad o por el oficial mayor o su equivalente en entidades. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o de los Tratados.

De las autorizaciones a que se refiere el párrafo anterior, el titular de la dependencia o entidad, de manera indelegable, informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referirá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

No serán aplicables los límites que se establecen en este artículo cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran a la conservación, mantenimiento o restauración de los inmuebles a que se refiere el artículo 5o. de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajos, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

ARTICULO 71.- Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión.

ARTICULO 72.- En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos de obra pública, deberá observarse lo siguiente:

I. Cuando se determine la suspensión de la obra o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o entidad, ésta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate.

II. En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente, lo que deberá efectuarse dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de notificación de la rescisión. En dicho finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;

III. Cuando concurran razones de interés general que den origen a la terminación anticipada del contrato, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y

IV. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender las obra. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá presentar su solicitud a la dependencia o entidad, quien resolverá dentro de los veinte días naturales siguientes a la recepción de la misma; en caso de negativa será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente.

ARTICULO 73.- De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo 72, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista; posteriormente, lo harán del conocimiento de la Secretaría y de la Contraloría, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe que se referirá a los actos llevados a cabo en el mes calendario inmediato anterior.

ARTICULO 74.- El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y ésta verificará que los trabajos estén debidamente concluídos dentro del plazo que se pacte expresamente en el contrato.

Una vez que se haya constatado la terminación de los trabajos en los términos del párrafo anterior, la dependencia o entidad procederá a su recepción dentro del plazo que para tal efecto se haya establecido en el propio contrato. Al concluir dicho plazo, sin que la dependencia o entidad haya recibido los trabajos, éstos se tendrán por recibidos.

La dependencia o entidad, si esta última es de aquellas cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el gobierno del Distrito Federal o de las que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, comunicará a la Contraloría la terminación de los trabajos e informará la fecha señalada para su recepción a fin de que, si lo estima conveniente, nombre representantes que asistan al acto.

En la fecha señalada, la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente.

ARTICULO 75.- Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

Para garantizar durante un plazo de doce meses el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, podrán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de la obra; presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de la obra, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para éllo.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo.

ARTICULO 76.- El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas al efecto por la dependencia o

entidad contratante. Las responsabilidades, y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia, serán a cargo del contratista.

ARTICULO 77.-Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 29, las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria, equipo de construcción y personal técnico que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos, y podrán según el caso:

I. Utilizar la mano de obra local complementaria que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;

II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario, y

III. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de obra por administración directa no podrán participar terceros como contratistas, independientemente de las modalidades que éstos adopten.

Los órganos internos de control de las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de las obras por administración directa, verificarán que se cuente con los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción.

Previamente a la ejecución de la obra, el titular de las dependencias o entidades o el oficial mayor o su equivalente en la entidad, emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte: La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro, y el presupuesto correspondiente.

En la ejecución de obras por administración directa serán aplicables, en lo conducente, las disposiciones de esta Ley.

ARTICULO 78.- No quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con la obra pública, los que tengan como fin la contratación y ejecución de la obra de que se trate por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

ARTICULO 79.- Las dependencias y entidades que realicen obra pública por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán, en su caso, las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito estatal y municipal.

Capítulo IV.

De las Excepciones a la Licitación Pública.

ARTICULO 80.- En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los artículos 81 y 82, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida.

La opción que las dependencias y entidades ejerzan, deberá fundarse, según las circunstancias que concurran en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. En el dictamen a que se refieren los artículos 46 y 59, según corresponda, deberán acreditar, de entre los criterios mencionados, aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción, y contendrá además:

I. El valor del contrato;

II. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, una descripción general de los bienes o servicios correspondientes y, tratándose de obra pública, una descripción general de la obra correspondiente;

III. La nacionalidad del proveedor o contratista, según corresponda, y

IV. Tratándose de adquisiciones y arrendamientos, el origen de los bienes.

En estos casos, el titular de la dependencia o entidad a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno, un informe que se referirá a las operaciones autorizadas en el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del dictamen aludido en el segundo párrafo de este artículo.

En adquisiciones, arrendamientos y servicios, el informe podrá ser enviado por el presidente del comité de adquisiciones a que se refiere el artículo 24, en caso de que así lo autorice el titular de la dependencia o entidad. En materia de obras públicas, esta obligación será indelegable.

No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo de los artículos 81, fracción VI del inciso A, y 83.

ARTICULO 81.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida, cuando:

I. El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos;

II. Peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, por casos fortuitos o de fuerza mayor, o existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes;

III. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al proveedor o contratista. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento, y

IV. Se realicen dos licitaciones públicas sin que en ambas se hubiesen recibido proposiciones solventes.

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando:

I. Existan razones justificadas para la adquisición y arrendamiento de bienes de marca determinada;

II. Se trate de adquisiciones de bienes perecederos, granos y productos alimenticios básicos o semiprocesados y, bienes usados. Tratándose de estos últimos, el precio de adquisición no podrá ser mayor al que se determine mediante avalúo que practicarán las instituciones de banca y crédito u otros terceros legitimados para ello conforme a las disposiciones aplicables;

III. Se trate de servicios de consultoría cuya difusión pudiera afectar el interés público o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal;

IV. Se trate de adquisiciones, arrendamientos o servicios cuya contratación se realice con campesinos o grupos urbanos marginados y que la dependencia o entidad contrate directamente con los mismos o con las personas morales constituidas por ellos;

V. Se trate de adquisiciones de bienes que realicen las dependencias y entidades para su comercialización o para someterlos a procesos productivos en cumplimiento de su objeto o fines propios;

VI. Se trate de servicios de mantenimiento, conservación, restauración y reparación de bienes en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo o determinar las especificaciones correspondientes;

VII. Se trate de adquisiciones provenientes de personas físicas o morales que, sin ser proveedores habituales y en razón de encontrarse en estado de liquidación o disolución, o bien, bajo intervención judicial,

ofrezcan bienes en condiciones excepcionalmente favorables, y

VIII. Se trate de servicios profesionales prestados por personas físicas.

B. En materia de obra pública, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando:

I. Se trate de trabajos de conservación, mantenimiento, restauración, reparación y demolición de los inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución;

II. Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada y, que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deba ejecutarse la obra o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas y constituidas por los propios habitantes beneficiarios, y

III. Se trate de obra que, de realizarse bajo un procedimiento de licitación pública, pudieran afectar la seguridad de la Nación o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal.

Las dependencias y entidades, preferentemente, invitarán a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, salvo que ello, a su juicio, no resulte conveniente, en cuyo caso utilizarán el procedimiento de adjudicación directa. En cualquier supuesto se convocará a la o las personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios.

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitará a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse.

ARTICULO 82.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través del procedimiento de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, o por adjudicación directa, cuando el importe de cada operación no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, siempre que las operaciones no se fraccionen para quedar comprendidas en este supuesto de excepción a la licitación pública.

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitará a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse.

La suma de las operaciones que se realicen al amparo de este artículo no podrán exceder del veinte por ciento de su volumen anual de adquisiciones, arrendamientos y servicios autorizado o, tratándose de obra pública, del veinte por ciento de la inversión total física autorizada para cada ejercicio fiscal.

En casos excepcionales, las operaciones previstas en este artículo podrán exceder el porcentaje indicado, siempre que las mismas sean aprobadas previamente, de manera indelegable y bajo su estricta responsabilidad, por el titular de la dependencia o por el órgano de gobierno de la entidad, y que sean registradas detalladamente en el informe a que se refiere el artículo 80.

En materia de obra pública, la autorización del titular de la dependencia o entidad será específica para cada obra.

Los montos previstos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y en el gobierno del Distrito Federal para adquisiciones, arrendamientos y servicios, serán aplicables a los contratos de servicios relacionados con la obra pública.

ARTICULO 83.- Los procedimientos de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, a que se

refieren los artículos 81 y 82, se sujetarán a lo siguiente:

I. La apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitará a un representante del órgano de control de la dependencia o entidad;

II. Para llevar a cabo la evaluación, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas, y

III. A las demás disposiciones de la licitación pública de este Capítulo que, en lo conducente, resulten aplicables.

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente:

I. En las solicitudes de cotización, se indicarán, como mínimo, la cantidad y descripción de los bienes o servicios requeridos y los aspectos que correspondan del artículo 33, y

II. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán en cada operación atendiendo al tipo de bienes o servicios requeridos, así como a la complejidad para elaborar la propuesta y llevar a cabo su evaluación.

B. En materia de obra pública, los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente:

I. En las bases o invitaciones se indicarán, como mínimo, los aspectos que correspondan del artículo 33;

II. Los interesados que acepten participar, lo manifestarán por escrito y quedarán obligados a presentar su proposición, y

III. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo al monto, características, especialidad, condiciones y complejidad de los trabajos.

TITULO CUARTO

Capítulo Unico

De la Información y Verificación

ARTICULO 84.- La forma y términos en que las dependencias deberán remitir a la Secretaría, a la Contraloría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos de manera sistemática y coordinada por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones; las entidades, además, informarán a su coordinadora de sector en los términos de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales.

Para tal efecto, las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de dichos actos y contratos, cuando menos por un lapso de cinco años, contados a partir de la fecha de su recepción.

ARTICULO 85.- La Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán verificar, en cualquier tiempo, que las adquisiciones, los arrendamientos, los servicios y la obra pública, se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados.

La Secretaría y la Contraloría, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán realizar las visitas e inspecciones que estimen pertinentes a las dependencias y entidades que realicen adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, e igualmente podrán solicitar de los servidores públicos y de los proveedores y contratistas que participen en ellas, todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

ARTICULO 86.- La comprobación de la calidad de las especificaciones de los bienes muebles se hará en los laboratorios que determine la Contraloría y que podrán ser aquéllos con los que cuente la dependencia o entidad adquiriente o cualquier tercero con la capacidad necesaria para practicar la comprobación a que se refiere este artículo.

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como

por el proveedor y el representante de la dependencia o entidad adquiriente, si hubieren intervenido.

TITULO QUINTO

Capítulo Unico

De las Infracciones y Sanciones

ARTICULO 87.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley, serán sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta a trescientas veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción.

ARTICULO 88.- Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de las fracciones V a VII del artículo 41, no podrán presentar propuestas ni celebrar contratos sobre las materias objeto de esta Ley, durante el plazo que establezca la Secretaría, el cual no será menor de seis meses ni mayor de dos años, contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

Las dependencias y entidades informarán y, en su caso, remitirán la documentación comprobatoria, a la Secretaría y la Contraloría, sobre el nombre del proveedor o contratista que se encuentre en el supuesto previsto en la fracción IV del artículo 41, a más tardar dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que le notifiquen la segunda rescisión al propio proveedor o contratista.

ARTICULO 89.- La Contraloría podrá proponer a la Secretaría la imposición de las sanciones a que se refiere este Capítulo y, a la dependencia o entidad contratante, la suspensión del suministro, de la prestación del servicio o de la ejecución de la obra en que incida la infracción.

Sin perjuicio de lo anterior, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones que procedan.

ARTICULO 90.- La Secretaría impondrá las sanciones o multas conforme a los siguientes criterios:

I. Se tomará en cuenta la importancia de la infracción, las condiciones del infractor y la conveniencia de eliminar prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma, las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ella;

II. Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la sanción o multa que se imponga;

III. Tratándose de reincidencia, se impondrá otra sanción o multa mayor dentro de los límites señalados en el artículo 87, y

IV. En el caso de que persista la infracción, se impondrán multas por cada día que transcurra.

ARTICULO 91.- No se impondrán sanciones o multas cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

ARTICULO 92.- En el procedimiento para la aplicación de las sanciones o multas a que se refiere este Capítulo, se observarán las siguientes reglas:

I. Se comunicarán por escrito al presunto infractor los hechos constitutivos de la infracción, para que dentro del término que para tal efecto se señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes;

II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que se hubieren hecho valer, y

III. La resolución será debidamente fundada y motivada, y se comunicará por escrito al afectado.

En lo conducente, este artículo será aplicable en las rescisiones administrativas que lleven a cabo las dependencias y entidades por causas imputables a los proveedores o contratistas.

ARTICULO 93.- Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las disposiciones que de ella deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la ley.

La omisión a lo dispuesto en el párrafo anterior será sancionada administrativamente.

ARTICULO 94.- Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil o penal, que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

TITULO SEXTO

De las Inconformidades y el Recurso

Capítulo I

De las Inconformidades

ARTICULO 95.- Las personas interesadas podrán inconformarse por escrito ante la Contraloría, por los actos que contravengan las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que éste ocurra o el inconforme tenga conocimiento del acto impugnado.

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten al órgano de control de la convocante, las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de adjudicación del contrato respectivo, a fin de que las mismas se corrijan.

Al escrito de inconformidad podrá acompañarse, en su caso, la manifestación aludida en el párrafo precedente, la cual será valorada por la Contraloría durante el periodo de investigación.

Transcurridos los plazos establecidos en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse; sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley.

ARTICULO 96.- La Contraloría, de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 95, realizarán las investigaciones correspondientes dentro de un plazo que no excederá de 45 días naturales contados a partir de la fecha en que se inicien, y resolverá lo conducente.

Las dependencias y entidades proporcionarán a la Contraloría la información requerida para sus investigaciones, dentro de los ocho días naturales siguientes contados a partir de la recepción de la respectiva solicitud.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere el párrafo anterior, podrá suspenderse el proceso de adjudicación cuando:

I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o de las disposiciones que de ella deriven, y

II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés público y no se contravengan disposiciones de orden público, o bien, si de continuarse el procedimiento de contratación, pudieran producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate.

ARTICULO 97.- La resolución que emita la Contraloría, sin perjuicio de la responsabilidad que proceda respecto de los servidores públicos que hayan intervenido, tendrá por consecuencia:

I. La nulidad del procedimiento a partir del acto o actos irregulares, estableciendo las directrices necesarias para que el mismo se realice conforme a la Ley;

II. La nulidad total del procedimiento, o

III. La declaración de improcedencia de la inconformidad.

ARTICULO 98.- El inconforme, en el escrito a que se refiere el primer párrafo del artículo 95, deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos impugnados y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones legales aplicables.

Capítulo II

Del Recurso de Revocación

ARTICULO 99.- En contra de las resoluciones que dicten la Secretaría o la Contraloría en los términos de esta Ley, el interesado podrá interponer ante la que la hubiera emitido, recurso de revocación dentro del término de diez días naturales, contados a partir del día siguiente al de la notificación, el que se tramitará conforme a las normas siguientes:

I. Se interpondrá por el recurrente mediante escrito en el que se expresarán los agravios que el acto impugnado le cause, ofreciendo las pruebas que se proponga rendir y acompañando copia de la resolución impugnada, así como la constancia de la notificación de esta última, excepto si la notificación se hizo por correo;

II. Si el recurrente así lo solicita en su escrito, se suspenderá el acto que reclama, siempre y cuando garantice mediante fianza los daños y perjuicios que le pudiera ocasionar al Estado o a tercero, cuyo monto será fijado por la Contraloría, el cual nunca será inferior al equivalente al 20%, ni superior al 50% del valor del objeto del acto impugnado. Sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efectos la suspensión. No procederá la suspensión cuando se ponga en peligro la Seguridad Nacional, el orden social o los servicios públicos. Si la resolución que se impugna consiste en la imposición de multas, la suspensión se otorgará siempre y cuando se garantice el interés fiscal en cualesquiera de las formas previstas en el Código Fiscal de la Federación;

III. En el recurso no será admisible la prueba de confesión de las autoridades. Si dentro del trámite que haya dado origen a la resolución recurrida, el interesado tuvo oportunidad razonable de rendir pruebas, sólo se admitirán en el recurso las que hubiere allegado en tal oportunidad;

IV. Las pruebas que ofrezca el recurrente deberá relacionarlas con cada uno de los hechos controvertidos y sin el cumplimiento de este requisito serán desechadas;

V. Se tendrán por no ofrecidas las pruebas de documentos, si éstas no se acompañan al escrito en que se interponga en recurso y en ningún caso serán recabadas por la autoridad, salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida;

VI. La prueba pericial se desahogará con la presentación del dictamen a cargo del perito designado por la recurrente. De no presentarse el dictamen dentro del plazo de ley, la prueba será declarada desierta;

VII. La Secretaría o la Contraloría, según el caso, podrá pedir que se le rindan los informes que estimen pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado;

VIII. La Secretaría o la Contraloría, según el caso, acordará lo que proceda sobre la admisión del recurso y de las pruebas que el recurrente hubiere ofrecido, que deberán ser pertinentes e idóneas para dilucidar las cuestiones controvertidas. La Secretaría ordenará el desahogo de las mismas dentro del plazo de quince días hábiles; el que será improrrogable, y

IX. Vencido el plazo para la rendición de las pruebas, la Secretaría o la Contraloría, según el caso, dictará resolución, en un término que no excederá de veinte días

hábiles. Si no se dicta resolución en el plazo señalado, se entenderá denegada.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Ley entrará en vigor el 1o. de enero de 1994.

SEGUNDO.- Se abroga la Ley de Obras Públicas publicada en el **Diario Oficial de la Federación** del día 30 de diciembre de 1980, y sus reformas del 28 de diciembre de 1983, 31 de diciembre de 1984, 7 de febrero de 1985, 13 de enero de 1986, 7 de enero de 1988 y 18 de julio de 1991; así como la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios Relacionados con Bienes Muebles publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 8 de febrero de 1985, y sus reformas del 30 de noviembre de 1987, 7 de enero de 1988 y 18 de julio 1991; y, se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley.

TERCERO.- Los reglamentos de las leyes de Obras Públicas y de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionadas con Bienes Muebles, así como las disposiciones administrativas expedidas en estas materias, se seguirán aplicando, en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden los manuales de procedimientos y demás disposiciones relativas a adquisiciones, arrendamientos, servicios y obras públicas.

CUARTO.- A partir del 1o. de enero de 1995, las convocatorias a que se refiere el artículo 32 de esta Ley, serán publicadas, exclusivamente, en la sección especializada del **Diario Oficial de la Federación** y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra.

México, D.F. a 18 de diciembre de 1993.- Dip. **Cuahutémoc López Sánchez**, Presidente.- Sen. **Eduardo Robledo Rincón**, Presidente.- Dip. **Sergio González Santa Cruz**, Secretario.- Sen. **Antonio Melgar Aranda**, Secretario.- Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y tres.- **Carlos Salinas de Gortari.-** Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **José Patrocinio González Blanco Garrido.-** Rúbrica.

ARTICULOS DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACION PARA EL EJERCICIO FISCAL DE 1994.

(Publicado en el Diario Oficial de la Federación del Jueves 30 de diciembre de 1993.)

Artículo 2. Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para la Presidencia de la República, las dependencias del Ejecutivo Federal y los ramos de Aportaciones a Seguridad Social y Erogaciones no Sectorizables para el año de 1994, importan la cantidad de N$107,509,089,500 (CIENTO SIETE MIL QUINIENTOS NUEVE MILLONES OCHENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NUEVOS PESOS) y se distribuyen de la siguiente manera:

00002	Presidencia de la República	296,300,000
00004	Gobernación	1,495,800,000
00005	Relaciones Exteriores	708,500,000
00006	Hacienda y Crédito Público	5,135,000,000
00007	Defensa Nacional	5,494,000,000
00008	Agricultura y Recursos Hidráulicos	11,504,600,000
00009	Comunicaciones y Transportes	8,795,189,800
00010	Comercio y Fomento Industrial	7,251,340,700
00011	Educación Pública	24,559,777,500
00012	Salud	5,304,100,000
00013	Marina	1,649,280,200
00014	Trabajo y Previsión Social	470,900,000
00015	Reforma Agraria	1,396,754,500
00016	Pesca	364,600,000
00017	Procuraduría General de la República	1,031,400,000
00018	Energía, Minas e Industria Paraestatal	434,160,700
00019	Aportaciones a Seguridad Social	8,787,657,400
00020	Desarrollo Social	1,475,400,000
00021	Turismo	501,600,000
00023	Erogaciones no Sectorizables	20,765,228,700
00027	Contraloría General de la Federación	87,500,000

Estos recursos se ejercerán conforme a los programas respectivos.

Artículo 3. Las erogaciones previstas en el presupuesto de Egresos de la Federación para las Entidades Federativas y Municipios en el año de 1994, importan la cantidad de N$71,181,200,000 (SETENTA Y UN MIL CIENTO OCHENTA Y UN MILLONES DOSCIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL) y se distribuyen de la siguiente manera:

00025	Aportaciones para Educación Básica en los Estados	24,615,900,000
00026	Solidaridad y Desarrollo Regional	8,809,200,000
00028	Participaciones a Entidades Federativas y Municipios	37,756,100,000

El Ramo 00025 correspondiente a Aportaciones para Educación Básica en los Estados, será administrado por las Secretarías de Educación Pública y de Hacienda y Crédito Público, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Las previsiones del Ramo 00026 correspondiente a Solidaridad Y Desarrollo Regional se orientarán a obras y proyectos de inversión de vivienda, educación, agua potable, salud, electrificación, infraestructura agropecuaria y preservación de los recursos naturales, que atiendan la demanda directa de las comunidades indígenas, campesinas y grupos populares urbanos. Asimismo, se destinarán a promover proyectos productivos en el medio rural y urbano, con la debida asistencia técnica. Además, tales previsiones se orientarán a otros programas especiales de bienestar general. Los recursos por este concepto serán intransferibles, debiendo informar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público sobre el manejo de los fondos solidaridad del Distrito Federal, estatales, municipales y especiales apoyados con recursos federales.

El Ramo 00026 Solidaridad y Desarrollo Regional, será administrado por la Secretaría de Desarrollo Social, en coordinación con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Las erogaciones correspondientes al Ramo 00028 Participaciones a Entidades Federativas y Municipios, se ejercerán en los términos de la Ley de Coordinación Fiscal.

Artículo 4. El presupuesto de Egresos del Poder Legislativo para el año de 1994, importa la cantidad de N$549,686,100 (QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIEN NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

Artículo 5. El presupuesto de Egresos del Poder Judicial para el año de 1994, importa la cantidad de N$850,131,000 (OCHOCIENTOS CINCUENTA MILLONES CIENTO TREINTA Y UN MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

Artículo 6. Las erogaciones previstas para el año de 1994, correspondientes a las entidades paraestatales, cuyos programas están incluidos en este Presupuesto, se distribuyen de la siguiente manera:

00637	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	N$	9,034,000,000
00641	Instituto Mexicano del Seguro Social	N$	32,185,100,000
04460	Productora e Importadora de Papel, S.A. de C.V.	N$	311,623,800
06750	Lotería Nacional para la Asistencia Pública	N$	315,972,600
09085	Aeropuertos y Servicios Auxiliares	N$	785,700,000
09120	Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos	N$	1,005,400,000
09195	Ferrocarriles Nacionales de México	N$	4,548,000,000
10125	Compañía Nacional de Subsistencias Populares	N$	10,016,708,900
18164	Comisión Federal de Electricidad	N$	19,291,620,800
18180	Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (en liquidación).	N$	3,409,357,300
	PETROLEOS MEXICANOS (CONSOLIDADO)	N$	25,559,200,000
18572	Petróleos Mexicanos	N$	4,673,500,000
18575	PEMEX Exploración y Producción	N$	8,751,000,000
18576	PEMEX Refinación	N$	7,916,200,000
18577	PEMEX Gas y Petroquímica Básica	N$	2,086,700,000
18578	PEMEX Petroquímica	N$	2,131,800,000
	S U M A	N$	106,462,683,400

Las cifras expresadas para los organismos subsidiarios de Petróleos Mexicanos no incluyen operaciones realizadas entre ellos.

Del total de la suma obtenida por las cantidades desglosadas en el presente artículo, el importe financiado con recursos propios y créditos asciende a N$91,447,888,600; mientras que el de las transferencias incluidas en el gasto del Gobierno Federal es por N$15,014,794,800.

Artículo 7. Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para el pago del servicio de la deuda del Gobierno Federal en 1994, importa la cantidad de N$26,408,500,000 (VEINTISEIS MIL CUATROCIENTOS OCHO MILLONES QUINIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL) y se distribuyen de la siguiente manera:

00024	Deuda Pública.....	26,076,263,300
00029	Erogaciones para Saneamiento Financiero.....	332,236,700

Los intereses y comisiones correspondientes a las entidades paraestatales comprendidas en el artículo anterior, ascienden a la cantidad de N$4,751,104,800 (CUATRO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UN MILLONES CIENTO CUATRO MIL OCHOCIENTOS NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

Las asignaciones para el pago de Adeudos de Ejercicios Fiscales Anteriores del Gobierno Federal importan la cantidad de N$4,448,000,000 (CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO MILLONES DE NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

El ejercicio de los recursos a que se refiere este artículo estará vinculado a la evolución de las condiciones económicas y sociales del país y, en su caso, se ajustará a los requerimientos que demanden el desarrollo nacional.

El Ejecutivo Federal estará facultado para realizar amortizaciones de deuda pública hasta por un monto equivalente al financiamiento derivado de colocaciones de deuda, en términos nominales. Adicionalmente podrá amortizar deuda pública, en su caso, hasta por el monto del superávit presupuestario. El Ejecutivo Federal informará de estos movimientos a la Cámara de Diputados, al rendir la Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

Lo dispuesto en el párrafo anterior será aplicable, también, a las entidades paraestatales.

Artículo 36. Para los efectos del artículo 57 de la Ley de Obras Públicas, los montos máximos de adjudicación directa y los de adjudicación mediante convocatoria a cuando menos tres contratistas que reúnan los requisitos a que dicha disposición se refiere, de las obras que podrán realizar las dependencias y entidades durante el año de 1994, serán los siguientes:

Inversión total autorizada (miles de nuevos pesos)		Monto máximo total de cada obra que podrá adjudicarse directamente (miles de nuevos pesos)	Monto máximo total de cada obra que podrá adjudicarse mediante invitación a cuando menos tres contratistas (miles de nuevos pesos)
Mayor de	Hasta		
	4,000	15	135
4,000	10,000	20	170
10,000	17,500	25	210
17,500	25,000	30	260
25,000	35,000	35	320
35,000	50,000	45	375
50,000	125,000	50	445
125,000	210,000	60	510
210,000	300,000	70	595
300,000	450,000	75	680

450,000	625,000	90	815
625,000	800,000	100	900
800,000	1,000,000	110	990
1,000,000		125	1,100

Los montos establecidos deberán considerarse sin incluir el importe del impuesto al Valor Agregado.

Las dependencias y entidades se abstendrán de formalizar o modificar contratos de obras públicas, cuando no hubiere saldo disponible en la correspondiente partida presupuestal para hacer frente a dichos contratos.

Artículo 37. Para los efectos del artículo 39 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, los montos máximos de adjudicación directa y los de adjudicación habiendo convocado cuando menos a tres proveedores, de las adquisiciones, arrendamientos o servicios, incluidos los relacionados con la obra pública a que se refiere el artículo 26 de la Ley de Obras Públicas, que podrán realizar las dependencias y entidades durante el año de 1994, serán los siguientes:

Volumen anual de adquisición presupuestado (miles de nuevos pesos)		Monto máximo de cada operación que podrá adjudicarse directamente (miles de nuevos pesos)	Monto máximo de cada operación que podrá adjudicarse habiendo convocado, a cuando menos tres proveedores (miles de nuevos pesos	
Mayor de	Hasta		Dependencias	Entidades
	1,000	2.5	50.0	50.0
1,000	3,000	3.5	70.0	70.0
3,000	7,500	4.0	95.0	95.0
7,500	15,000	5.0	125.0	125.0
15,000	30,000	6.0	155.0	160.0
30,000	50,000	7.0	155.0	195.0
50,000	100,000	8.0	155.0	230.0
100,000	200,000	9.0	155.0	280.0
200,000	300,000	10.0	155.0	340.0
300,000	450,000	11.0	155.0	400.0
450,000	600,000	12.0	155.0	480.0
600,000	800,000	13.0	155.0	565.0
800,000	1,000,000	14.0	155.0	665.0
1,000,000		15.0	155.0	775.0

Los montos establecidos deberán considerarse sin incluir el Impuesto al Valor Agregado.

Las dependencias y entidades se abstendrán de formalizar o modificar contratos de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios, incluidos los relacionados con la obra pública, cuando no hubiere saldo disponible en la correspondiente partida presupuestal para hacer frente a dichos contratos.

NORMAS PARA OBSERVARSE EN LOS PROCESOS DE LICITACION DE OBRA PUBLICA, EMITIDAS POR LA SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación del Miércoles 19 de enero de 1994.)

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

OFICIO Circular mediante el cual se dan a conocer a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, las normas que deberán observar en los actos de presentación y de apertura de proposiciones, y en la evaluación de las mismas, en los procedimientos de contratación que lleven a cabo en Materia de Obra Pública, mediante Licitación Pública o por invitación a cuando menos tres contratistas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Subsecretaría de Egresos.- Dirección General de Normatividad y Desarrollo Administrativo.

A LOS OFICIALES MAYORES DE LAS DEPENDENCIAS Y HOMOLOGOS DE LAS ENTIDADES DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL.

P r e s e n t e s .

Como resultado de la entrada en vigor de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, y considerando que, conforme a su artículo 36 y 58, las proposiciones deberán presentarse en dos sobres cerrados, y que el acto de presentación y apertura de las mismas se realizará en dos etapas; con fundamento en los artículos 8, del citado ordenamiento; 80, fracción XI, del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y 31, fracción XXI, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, se dan a conocer las siguientes normas aplicables en materia de obra pública.

I. De conformidad con el artículo 32 apartado B, fracción III, de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, los requisitos que se refieran a:

A. La capacidad financiera o capital contable;

B. Acta constitutiva y poderes que deban presentarse;

C. Cuando proceda, el registro actualizado de la Cámara correspondiente, y

D. Declaración y bajo protesta de decir verdad, de no encontrarse en alguno de los supuestos señalados en el artículo 41 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas,

deberán ser revisados por las dependencias y entidades, previamente a la venta de las bases, a fin de verificar que los interesados cumplen los requisitos de la convocatoria y, por tanto, se encuentran en aptitud de adquirir las bases que les permita formular sus propuestas.

II. La proposición que el concursante deberá entregar en el acto de presentación y apertura, se hará mediante la entrega de dos sobres cerrados por separado, los cuales contendrán, el primero de ellos, los aspectos técnicos y, el segundo, los aspectos económicos.

A. En el aspecto técnico, los documentos que contendrá el sobre cerrado, según las características de la obra, serán:

1. Manifestación escrita de conocer el sitio de los trabajos, así como de haber asistido o no a las juntas de aclaraciones que se celebren;

2. Datos básicos de costos de los materiales y del uso de la maquinaria de construcción,

puestos en el sitio de los trabajos, así como de la mano de obra a utilizarse;

3. Relación de maquinaria y equipo de construcción, indicando si son de su propiedad o rentados, su ubicación física y vida útil;

4. Programas calendarizados de ejecución de los trabajos, utilización de la maquinaria y equipo de construcción, adquisición de materiales y equipo de instalación permanente, así como utilización del personal técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos, en la forma y términos solicitados;

5. En su caso, manifestación escrita de las partes de la obra que subcontratará o los materiales o equipo que pretenda adquirir que incluyan su instalación, en términos del cuarto párrafo artículo 62 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas; así como, de encontrarse en ese supuesto, las partes de la obra que cada empresa ejecutará, y la manera en que cumplirá sus obligaciones ante la dependencia o entidad contratante, y

6. Relación de contratos de obras que tenga celebrado con la Administración Pública o con particulares, o cualquier otro documento que acredite la experiencia o capacidad técnica requerida.

B. En el aspecto económico, los documentos que contendrá el sobre cerrado, según las características de la obra, serán:

1. Garantía de seriedad y carta compromiso de la proposición;

2. Catálogos de conceptos, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios propuestos e importes parciales y el total de la proposición;

3. Análisis de los precios unitarios de los conceptos solicitados, estructurados por costos directos, costos indirectos, costos de financiamiento y cargo por utilidad.

El procedimiento de análisis de los precios unitarios, podrá ser por asignación de recursos calendarizados o por el rendimiento por hora o turno.

Los costos directos incluirán los cargos por concepto de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipo de construcción.

(El siguiente párrafo fué modificado por el Oficio Circular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de fecha 30 de mayo de 1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 13 de junio de 1994).

Los costos indirectos estarán representados como un porcentaje del costo directo: dichos costos se desglosarán en los correspondientes a la administración de oficinas centrales, a los de la obra y a los de seguros y fianzas.

El costo de financiamiento de los trabajos, estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos; para la determinación de este costo deberán considerarse los gastos que realizará el contratista en la ejecución de los trabajos, los pagos por anticipos y estimaciones que recibirá y la tasa de interés que aplicará, debiendo adjuntarse el análisis correspondiente.

El cargo por utilidad será fijado por el contratista mediante un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

(El siguiente párrafo fué adicionado por el Oficio Circular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de fecha 30 de mayo de 1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 13 de junio de 1994).

Dentro de este rubro, después de haber determinado la utilidad conforme a lo establecido en el párrafo anterior, deberá incluirse, únicamente:

a. El desglose de las aportaciones que eroga el contratista por concepto del Sistema de Ahorro para el retiro (SAR);

b. El desglose de las aportaciones que eroga el contratista por concepto del Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores, y

c. El pago que efectúa el contratista por el servicio de vigilancia, inspección y control que realiza la Secretaría de la Contraloría General de la Federación (SECOGEF).

(El siguiente párrafo fué modificado por el Oficio Circular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de fecha

30 de mayo de 1994, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 13 de junio de 1994).

4. Programas de montos mensuales de ejecución de los trabajos, de la utilización de la maquinaria y equipo de construcción, adquisición de materiales y equipos de instalación permanente, así como de utilización del personal técnico, administrativo y obrero, encargado directamente de la ejecución de los trabajos, y del técnico, administrativo y de servicios encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos, en la forma y términos solicitados.

III. El acto de presentación y apertura será presidido por el servidor público que designe la convocante, quien será la única autoridad facultada para aceptar o rechazar cualquier proposición de las que se hubieren presentado, en los términos de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, y se llevará a cabo en dos etapas conforme a lo siguiente:

A. En la primera etapa:

1. Se iniciará en la fecha, lugar y hora señalados. Los licitantes o sus representantes legales al ser nombrados entregarán su proposición y demás documentación requerida en sobres cerrados en forma inviolable. En el caso de que la propuesta sea presentada conjuntamente por varias empresas, en términos del quinto párrafo, artículo 62 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas el representante común para estos efectos, entregará la proposición.

2. Se procederá a la apertura de los sobres que correspondan únicamente a la propuesta técnica y se desecharán aquellas que no contengan todos los documentos o hayan omitido algún requisito, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;

3. Los licitantes y los servidores públicos rubricarán los sobres cerrados de las propuestas económicas, y quedarán en custodia de la propia dependencia o entidad, quien entregará a todos los concursantes el acuse de recibo de la proposición que comprenderá la propuesta técnica, y

4. Se levantará el acta correspondiente en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se les entregará a cada uno una copia de la misma. Se informará a los presentes la fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el resultado del análisis de las propuestas técnicas. Durante este periodo, la dependencia o entidad hará el análisis detallado del aspecto técnico de las proposiciones.

B. En la segunda etapa, se procederá solo a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, de acuerdo a lo siguiente:

1. Una vez dado a conocer el resultado técnico, en la misma fecha y lugar se iniciará esta segunda etapa;

2. El servidor público que presida el acto abrirá el sobre y leerá en voz alta, cuando menos, el importe total de cada una de las proposiciones admitidas.

No se dará lectura a la postura económica de aquellas proposiciones que no tengan todos los documentos o hayan omitido algún requisito, las que serán desechadas;

3. Los participantes en el acto rubricarán el catálogo de conceptos, en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos motivo del concurso;

4. Se entregará a todos los concursantes un recibo por la garantía otorgada;

5. Se levantará el acta correspondiente en la que se harán constar las proposiciones recibidas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por todos los participantes y se entregará a cada uno copia de la misma. Se señalarán la fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo; esta fecha deberá quedar comprendida dentro del plazo establecido en el artículo 58, fracción V, de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas. La

omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y los efectos del acta, y

6. Si no se recibe proposición alguna o todas las presentadas fueren desechadas se declarará desierto el concurso, situación que quedará asentada en el acta.

IV. Bajo su responsabilidad, la dependencia o entidad convocante, para llevar a cabo la evaluación de las proposiciones y elaborar el dictamen a que se refiere el artículo 59 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas deberá considerar:

A. En los aspectos preparatorios para el análisis comparativo de las proposiciones:

En el aspecto técnico:

1. Constatar que las proposiciones recibidas en el acto de apertura, incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación; la falta de algunos de ellos o que algún rubro en lo individual esté incompleto, será motivo para desechar la propuesta, y

2. Verificar que el programa de ejecución sea factible de realizar con los recursos considerados por el contratista en el plazo solicitado y que las características, especificaciones y calidad de los materiales que deban suministrar, considerados en el listado correspondiente, sean de las requeridas por la dependencia o entidad.

Las proposiciones que satisfagan todos los aspectos señalados en las fracciones anteriores, se calificarán como solventes técnicamente y, por tanto, sólo éstas serán consideradas en la segunda etapa del acto de apertura, debiéndose desechar las restantes. La dependencia o entidad emitirá una resolución al respecto, en la que se hará constar las causas que motivaron desecharlas.

En el aspecto económico:

Revisar que se haya considerado para el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, los costos de mano de obra, materiales, y demás insumos en la zona o región de que se trate; que el cargo por maquinaria y equipo de construcción, se haya determinado con base en el precio y rendimiento de éstos, considerados como nuevos y acorde con las condiciones de ejecución del concepto de trabajo correspondiente; que el monto del costo indirecto incluya los cargos por instalaciones, servicios, sueldos y prestaciones del personal técnico y administrativo y demás cargos de naturaleza análoga; y que en el costo por financiamiento se haya considerado el importe de los anticipos.

Unicamente las proposiciones que satisfagan todos los aspectos anteriores, se calificarán como solventes técnica y económicamente y, por tanto, sólo éstas serán objeto del análisis comparativo. Dichos criterios, en ningún caso, podrán contemplar calificaciones por puntos o porcentajes.

B. En los aspectos preparatorios para la emisión del fallo:

1. Elaborar un dictamen, con base únicamente en el resultado del análisis comparativo de las proposiciones no desechadas, que servirá como fundamento para que el servidor público correspondiente emita el fallo de la licitación, y

2. Señalar en el dictamen mencionado, los criterios utilizados para la evaluación de las proposiciones; en su caso, los lugares correspondientes a los participantes cuyas propuestas hayan satisfecho la totalidad de los requerimientos de la convocante, indicando el monto de cada una de ellas y las proposiciones desechadas con las causas que originaron su exclusión. El mismo día en que se comunique el fallo, o adjunta a la comunicación a que se refiere el artículo 58, fracción VII de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se entregará por separado a cada participante, un escrito en el que se expliquen las razones por las cuales su propuesta no resultó ganadora, o los motivos por los que, en su caso, haya sido desechada.

El contrato respectivo deberá asignarse a la persona que, de entre los proponentes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por lo tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

En caso de que todas las proposiciones fueran desechadas, se declarará desierto el concurso, y se procederá a expedir una nueva convocatoria.

V. El contenido del presente Oficio-Circular, es aplicable, en lo conducente, a los procedimientos de invitación a cuando menos tres contratistas, a que se refiere el artículo 82 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

VI. Estas disposiciones estarán vigentes hasta en cuanto se den a conocer los manuales de procedimientos y demás disposiciones relativas a la normatividad en materia de obra públicas; por lo demás, deberá observarse lo establecido en el artículo tercero transitorio de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F. a 17 de enero de 1994.- El Director General, Javier Lozano Alarcón.- Rúbrica.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

"XXII CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS"

del 29 de agosto al 28 de octubre de 1994

ASA - OACI - UNAM

PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Arq. Mauro Antonio Olvera
México, D.F.

PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

OBJETIVOS DEL DOCUMENTO

El objetivo de este documento es el de presentar la solución que ha dado la Secretaría de Comunicaciones y Transportes al problema aeroportuario de la Ciudad de México, concretando los resultados de los diversos estudios que se han realizado a fin de definir el uso del suelo, por medio de un Plan Maestro que regirá el aprovechamiento de las actuales instalaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, hasta lograr un desarrollo totalmente nuevo que las reemplace.

RESUMEN DEL DOCUMENTO

CAPITULO 1 Antecedentes.

El Aeropuerto de la Ciudad de México ocupa una superficie de 750 Ha. y es el más importante del país, ya que maneja alrededor del 40% del movimiento aéreo Total Nacional.

Las instalaciones con que cuenta básicamente consisten en dos pistas paralelas de alrededor de 3,900 m de longitud, sistemas de rodajes, área terminal y de todas las demás instalaciones de un aeropuerto moderno. Sin embargo el incremento acelerado de la demanda ha motivado la construcción de ampliaciones a todos los elementos: no obstante estas no se han hecho de un modo ordenado, de acuerdo con un Plan Maestro. Actualmente la mayoría de las instalaciones se encuentran saturadas ó en vías de saturación.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha estudiado, desde hace dos décadas, la solución al problema aeroportuario del Valle de México, determinando que la mejor solución es la ampliación paulatina del aeropuerto actual hacia el lago de Texcoco hasta convertir esta Ampliación en un nuevo aeropuerto.

CAPITULO 2 Estudio de la Demanda.

El comportamiento futuro de la demanda, considerando los efectos de la crisis económica por la que atraviesa el País, ha llevado a determinar que hacia 1993 se estarán manejando anualmente 23 millones de pasajeros, 38 millones en 1998 y 64 en el año 2005.

Esta demanda motiva la necesidad de contar con nuevas instalaciones que, por su magnitud, requieren de un nuevo aeropuerto. La construcción del nuevo aeropuerto estaría dividida en las siguientes etapas:

PRIMERA ETAPA 1988-1993
SEGUNDA ETAPA 1993-1998
TERCERA ETAPA 1998-2003

El primer año corresponde al año del inicio de la operación de la etapa y el último al horizonte de planeación de la misma.

Se estimó conveniente que en la primera etapa opere todo el Tránsito Internacional en la Ampliación, quedando la operación de las Compañías Nacionales en las instalaciones actuales.

Para la segunda etapa se decidió el traslado de todo el tránsito de Aeroméxico a la ampliación. Durante la tercera etapa Mexicana de Aviación será trasladada a las nuevas instalaciones: de esta manera a partir de 1998 operará todo el tránsito aéreo comercial en la ampliación.

CAPITULO 3 Localización de los Elementos.

Para la localización de los elementos se consideraron factores tales como las dimensiones de los mismos y su interrelación, las estrategias de traslado de operaciones a la ampliación y la demanda prevista. De esta manera se localizaron las pistas y las instalaciones del área terminal.

Un amplio análisis determinó la elección del área terminal, de una solución que resulta de la combinación de los conceptos Dedo y Satélite. La solución contará con dos niveles de operación, el superior destinado a las salidas y el inferior a las llegadas.

CAPITULO 4 Desarrollo conceptual del Aeropuerto Plan Maestro.

Para el desarrollo del Aeropuerto, la crisis económica que azota al País, ha impuesto las siguientes condiciones: Utilización máxima de las instalaciones existentes; limitación máxima de las inversiones y que el desarrollo final substituya a las instalaciones del Aeropuerto Actual.

Para cumplir con estas condiciones, durante la Primera Etapa de la Ampliación del Aeropuerto se utilizará el —área terminal actual con las ampliaciones necesarias al Edificio-Terminal y a los Estacionamientos. En la zona de la ampliación se construirá una nueva pista, su sistema de rodajes, plataforma de operaciones y salas de última espera. El traslado de pasajeros entre el área terminal en el AICM y las nuevas instalaciones en la Ampliación se llevará a cabo con un sistema de autobuses especiales. A esta solución se le ha llamado No Convencional.

A partir de la Segunda Etapa, la Ampliación del Aeropuerto funcionará como un Aeropuerto tradicional, y en esta etapa como en las sucesivas, se construirán nuevas instalaciones ó ampliaciones a las existentes, de acuerdo con las previsiones de la demanda y con las estrategias impuestas para el traslado de operaciones.

El desarrollo total permitirá contar con un Aeropuerto con 4 pistas paralelas hasta de 5,000 m de longitud y una zona terminal que pueda manejar alrededor de 60 M (millones) de pasajeros anuales.

CAPITULO 5 Integración con la Ciudad.

Dada la importancia extraordinaria que tiene el aeropuerto para la Ciudad, y con el objeto de permitir un crecimiento controlado de la mancha urbana, fue necesario elaborar un Plan Regional de Desarrollo Urbano consecuente con el crecimiento de la Ciudad.

Para tal fin se realizaron estudios sobre: los Centros Generadores de Usuarios, localiza-

ión de las viviendas de los empleados, vialidades, servicios existentes y proyectados y nuevos desarrollos urbanos propuestos. Con este fin el proyecto fue estrictamente coordinado con las autoridades de la Ciudad y con las de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, dado que en la zona donde se ubica el mismo, existe una importante estructura para el manejo del drenaje de la Ciudad.

CAPITULO 6 Impacto Ambiental.

Considerando la importancia de los aspectos relacionados con el Impacto Ambiental que provocaría en la zona la implantación de un Aeropuerto, se desarrollaron estudios sobre el medio ambiente, ruido, brumas y sobre la flora y la fauna de la zona.

El resultado de estos estudios señala que la construcción del Aeropuerto tiene un balance positivo, ya que aleja el ruido de la Ciudad, implica la pastización total del área evitando tolvaneras, no altera gravemente el habitat de la fauna y evita la conurbación de la zona.

CAPITULO 7 Sistema Aeroportuario de la Región Central

La extensión de la Ciudad de México y su conurbación con las ciudades vecinas, ha motivado a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a implantar un Sistema Aeroportuario en la región central del País, constituido por los aeropuertos: Internacional de la Ciudad de México y su Ampliación; Toluca, Puebla, Pachuca, Cuernavaca, Base Militar de Santa Lucía, Tlaxcala, Cuautla y un nuevo Aeropuerto para la Aviación General.

CAPITULO

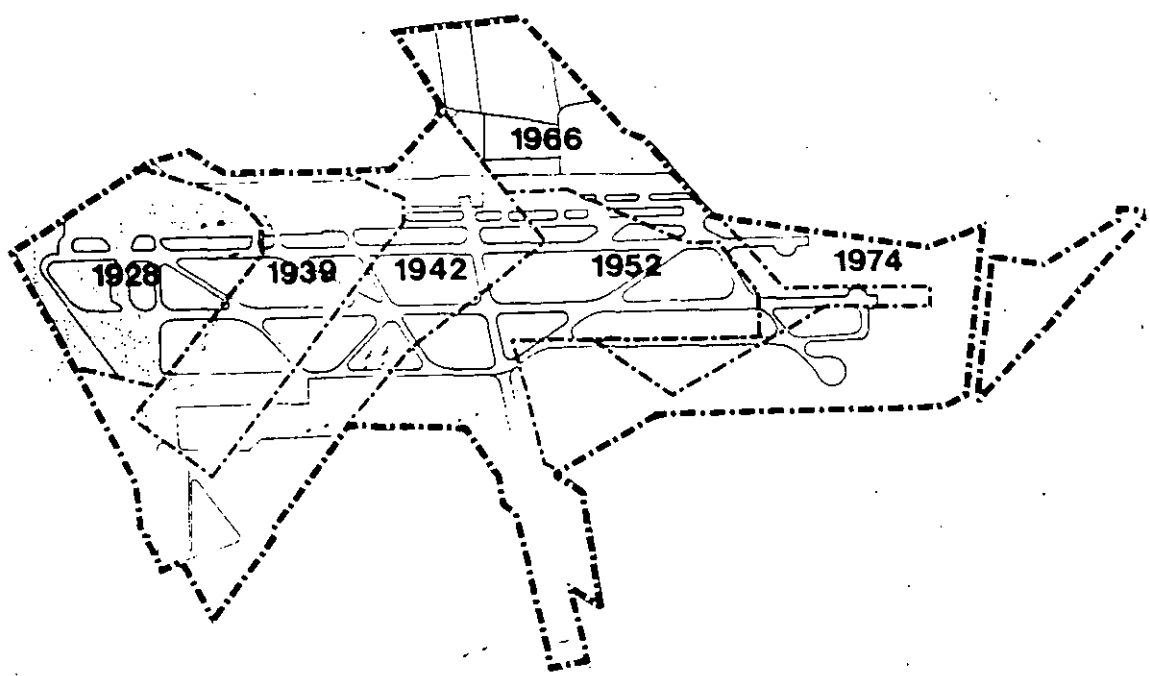
1 INTRODUCCION

El Aeropuerto de la Ciudad de México es el más importante a nivel nacional, ya que en el mismo se moviliza alrededor del 40% del tránsito aéreo total del país. El incremento acelerado de la demanda de este Aeropuerto a través de los años, y el crecimiento de la mancha urbana, motivaron ampliaciones y modificaciones en sus elementos y componentes; aún así estos han llegado a su límite de utilización racional, más allá del cual, cualquier otra modificación resultaría sumamente inadecuada, costosa y de vigencia muy restringida.

Es por esto que desde hace dos décadas la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha venido estudiando a fondo la solución adecuada al problema aeroportuario considerando la necesidad de contar con instalaciones eficientes que puedan aceptar el incremento esperado en la demanda.

1.1 Antecedentes

En 1921 el Aeropuerto de la Ciudad d México se localizaba en los "Llanos de Ba buena" en un sitio muy cercano y colii dante con el lugar que ocupa actualment



En la década de los años 30, se constató la necesidad de contar con un nuevo aeropuerto, con pistas de suficiente longitud para aceptar a los aviones más grandes de esa época, por lo que se decidió la construcción de las nuevas pistas prácticamente en los terrenos que actualmente ocupan. Los proyectos y procedimientos constructivos, fueron los adecuados para aquel momento y aunque permitían soportar los aviones existentes, los pavimentos presentaron deficiencia en su comportamiento desde el principio.

A medida que el peso de las aeronaves fue aumentando, y la desecación del lago provocó consolidaciones y disminución del volumen en los materiales arcillosos, las pistas comenzaron a sufrir hundimientos que fueron corregidos por medio de renivelaciones periódicas de carpetas asfálticas. Así se ha procedido desde entonces en los tramos de las pistas originalmente construidos, al grado que la base telford de dichos pavimentos se encuentra ahora a unos 2.5 m de profundidad. El propio peso del pavimento ha acelerado grandemente los hundimientos provocando continuas renivelaciones por medio de nuevas carpetas asfálticas. Sin embargo, este proceso de renivelaciones sucesivas no pueden seguir efectuándose sin que exista el riesgo de un colapso de los pavimentos con deformaciones diferenciales muy fuertes en lapsos muy cortos, con la consecuente inutilización definitiva de las pistas.

Por otra parte, el crecimiento de la demanda a través de muchos años de servicio, ha provocado que el actual Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se fuera saturando en sus diversos elementos, con la consecuente necesidad de irlos ampliando paulatinamente para responder a la misma. Estas ampliaciones correspondieron, en su mayoría, a soluciones inmediatas de problemas específicos, sin contemplar un desarrollo general ordenado, ocasionando que cada elemento en particular tuviera un diferente horizonte en su planeación produciendo en este aspecto un desbalance general del aeropuerto. Además los elementos ofrecen muy pocas posibilidades de expansión por falta de espacios dentro de los límites actuales, previéndose su saturación total en pocos años, conforme a las hipótesis de crecimiento establecidos para la demanda.

El continuo hundimiento de los pavimentos de las pistas, así como sus sistemas de conservación y la posibilidad latente de un colapso; el crecimiento de la demanda, la irregularidad en el desarrollo de las instalaciones del aeropuerto y la imposibilidad de continuar con este crecimiento anárquico dentro de los límites del aeropuerto y los inminentes problemas que ocasionará la saturación, hacen surgir la necesidad urgente de dar una solución integral al largo plazo.

El presente documento plantea esta solución.

1.2 Descripción de las instalaciones actuales.

A continuación se dá una descripción general de los principales elementos que constituyen el aeropuerto en su estado actual, que ocupan una superficie de 750 has. y que al paso de los años han sido casi totalmente rodeados por el crecimiento de la Ciudad.

Zona de Operaciones

Dos pistas con orientación 05-23; la principal de 3.900 m. de longitud y la otra de 3.845 m, ambas con anchura de 45 m separadas entre sí por una distancia de 300 m entre ejes. Su superficie de rodamiento está constituida por un pavimento asfáltico. Hasta hace pocos años existía en operación una pista transversal 13-31, que ha sido cancelada.

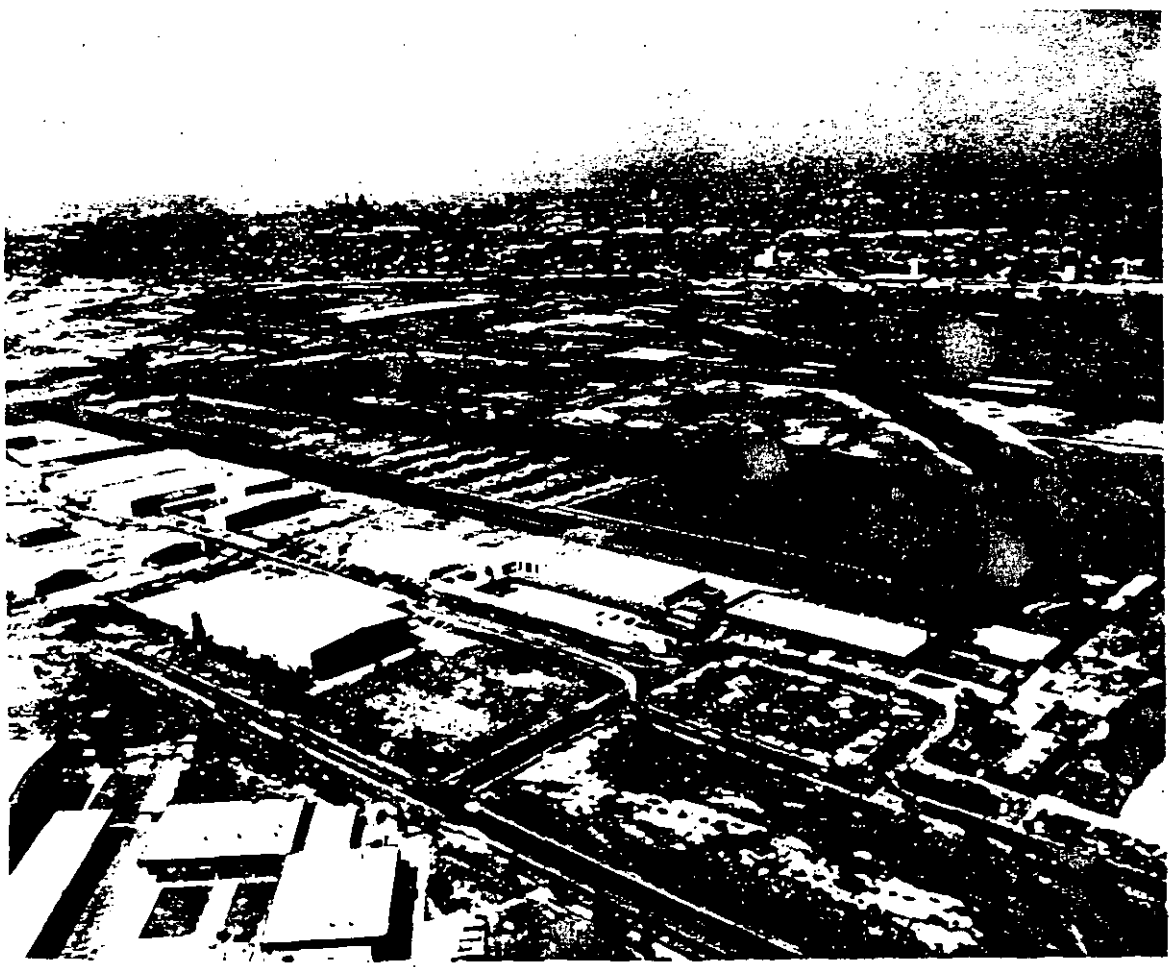
En lo que se refiere a rodajes, se cuenta en total con 17.2 Km entre los cuales se encuentran tres rodajes paralelos a las pistas, y nueve salidas de pista, tres de las cuales son de alta velocidad para la pista principal.

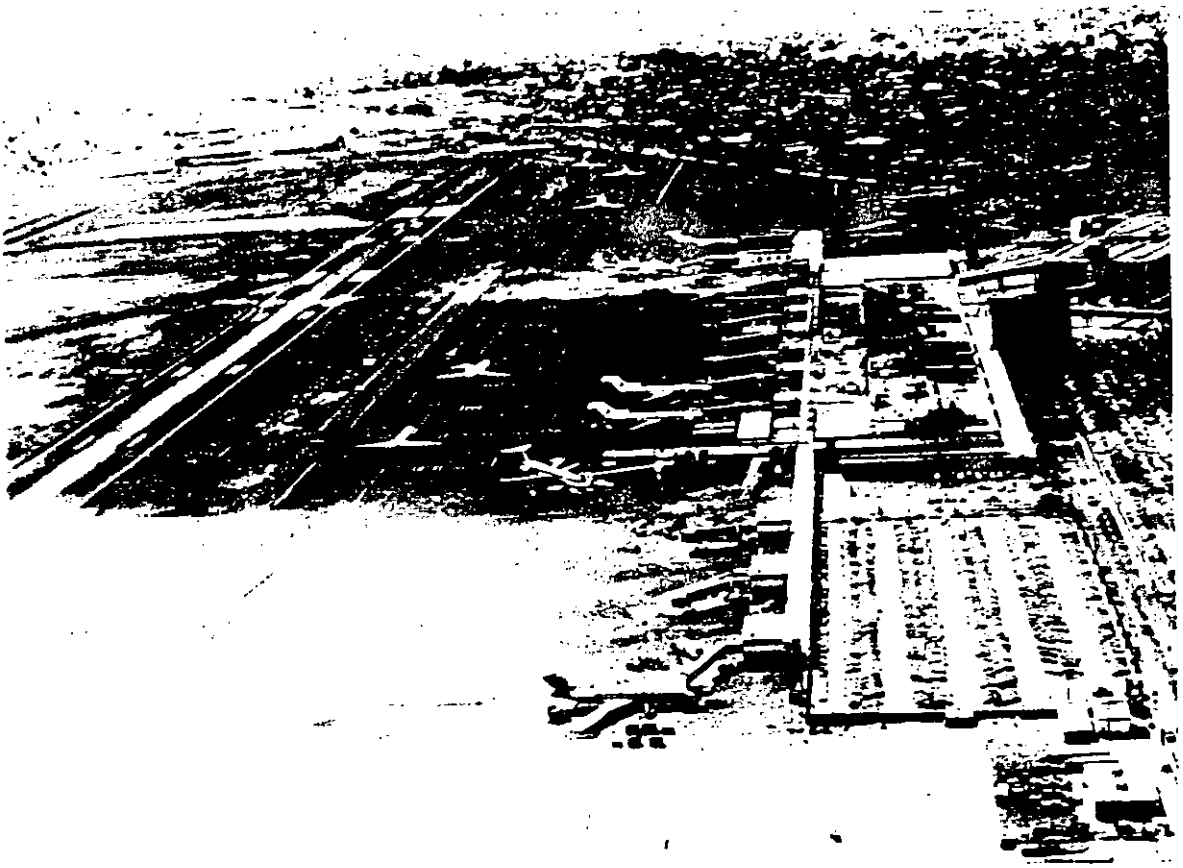
La Plataforma de operaciones para la aviación comercial; tiene capacidad para 40 posiciones simultáneas de aeronaves, 20 de ellas son en contacto directo con el edificio y 20 en plataforma remota, distribuidas éstas al Norte y al Sur de la terminal. La superficie total de las plataformas para aviación comercial es de 347.000 m².

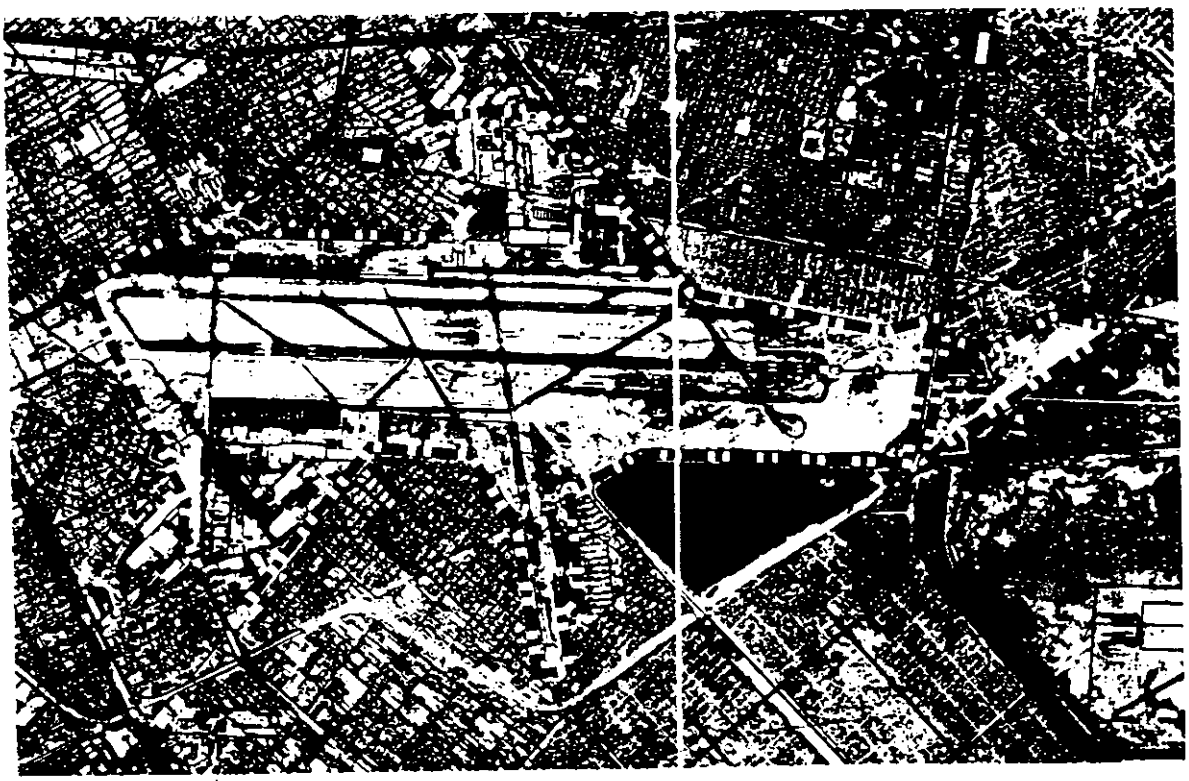
En lo que se refiere a la aviación general, el aeropuerto cuenta con una Plataforma de 100.000 m², con pavimento de concreto asfáltico y capacidad para más de 150 avionetas.

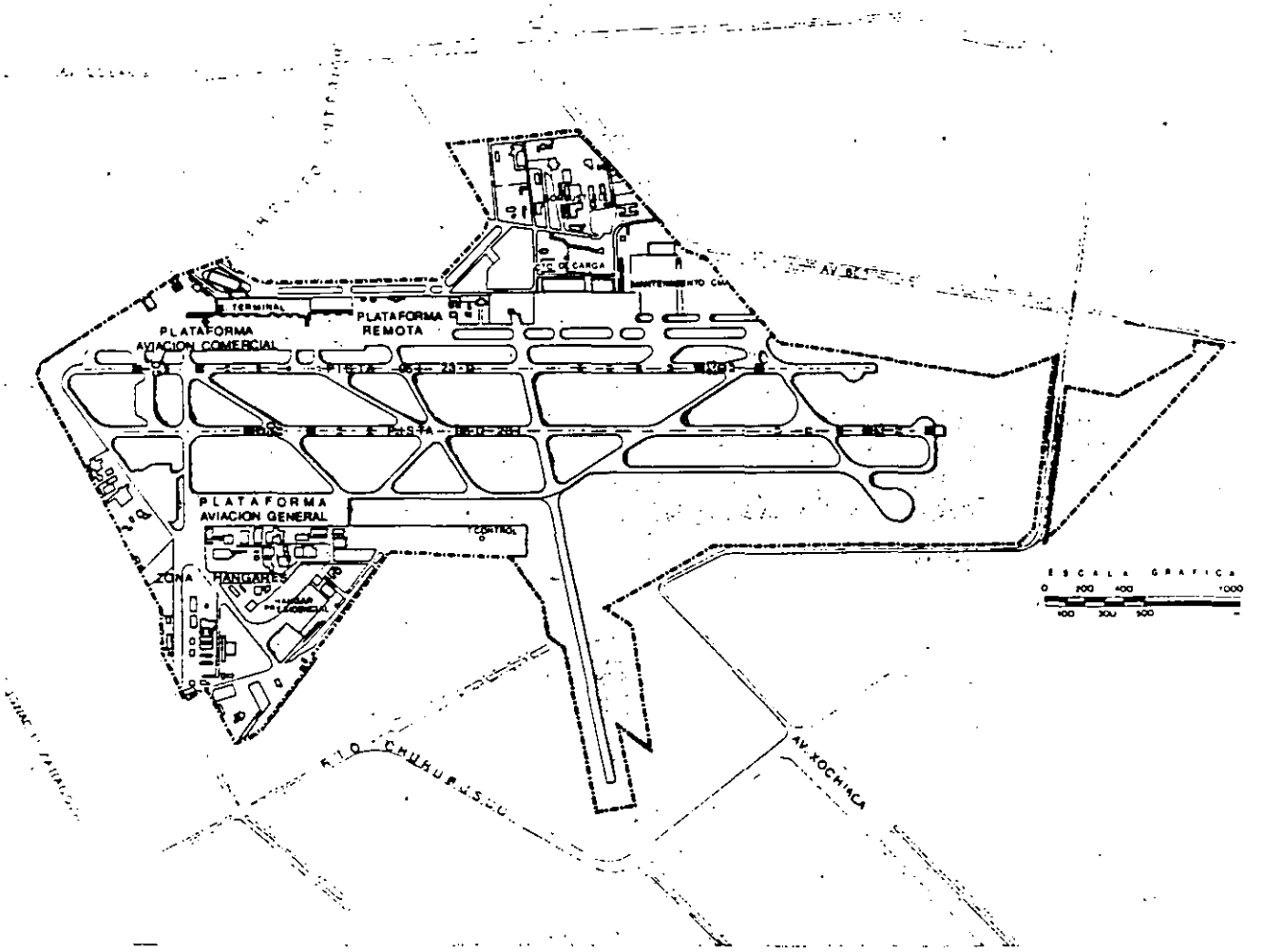
Como ayudas visuales cuenta con: Sistemas AVASIS, REIL; iluminación de alta intensidad de pistas y calles de rodaje; faro giratorio; cono de viento y luces de aproximación en ambas cabeceras de la pista principal, sistema corto en la 05-D.

Las radio ayudas de que dispone el aeropuerto son: UN VOR/DME sistema ILS de categoría I para la pista principal; radar ASR y varios marcadores. Así mismo se tienen dentro del aeropuerto las instalaciones correspondientes al principal centro de control de tránsito aéreo del país.







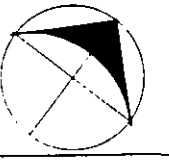


AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

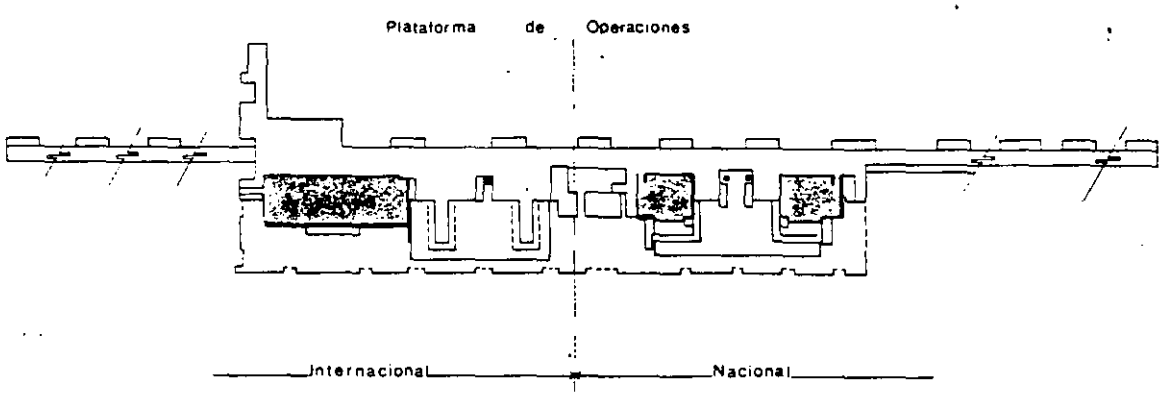
SIMBOLOGIA

ESTADO ACTUAL

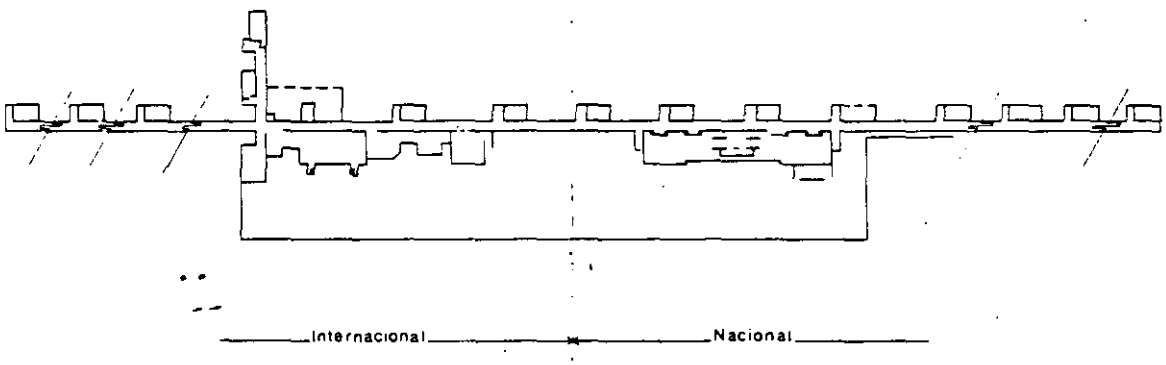
- LINDERO DEL AEROPUERTO
- VIALIDAD
- AREAS DE ESTACIONAMIENTO
- AREAS OPERACIONALES



EDIFICIO TERMINAL DE PASAJEROS



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

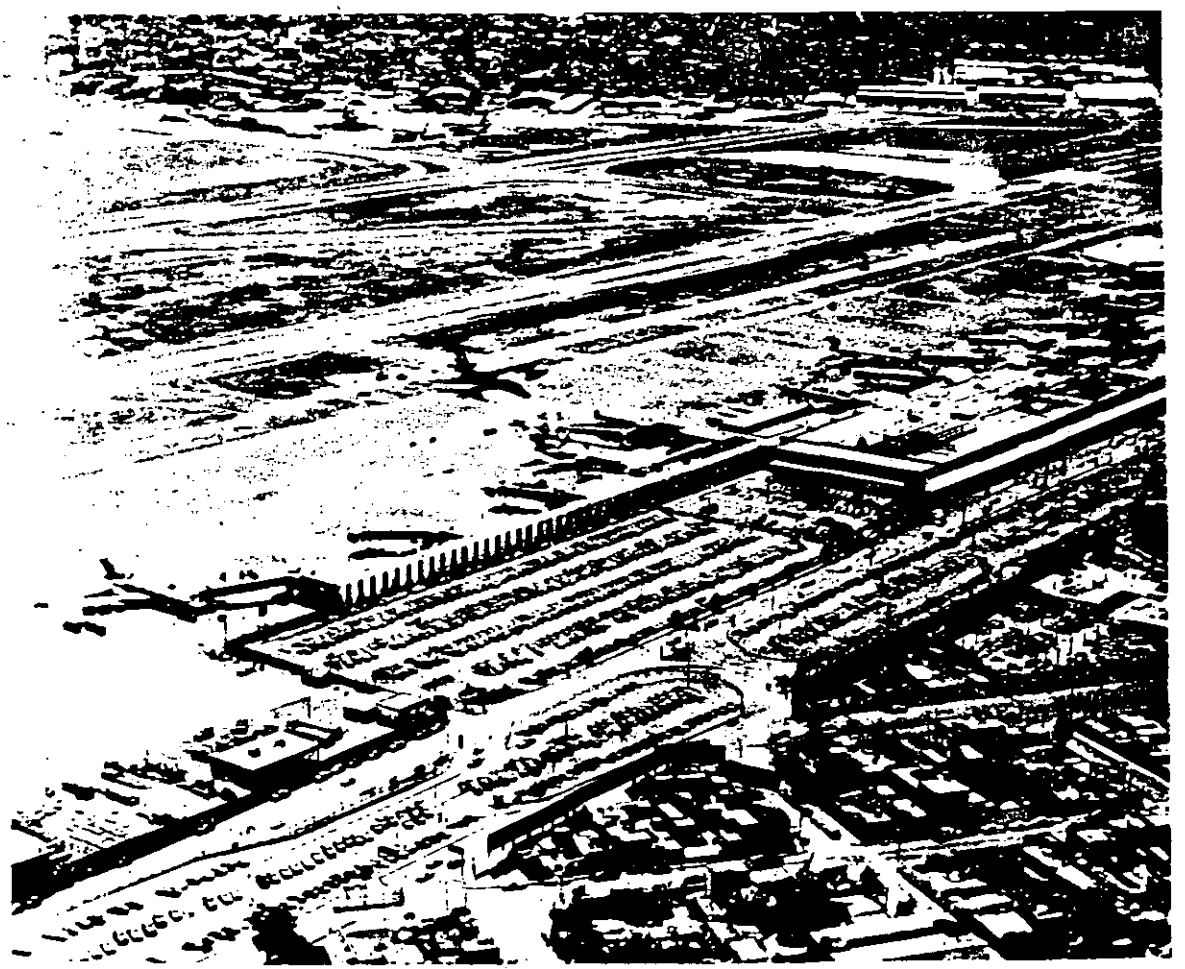
- VESTIBULO GENERAL
- DOCUMENTACION
- FILTROS DE MIGRACION
- SALA DE ESPERA
- SALA DE ULTIMA ESPERA
- RECLAMO DE EQUIPAJE

Zona Terminal de Pasajeros

El edificio terminal de pasajeros se encuentra ubicado al Suroeste de los terrenos del aeropuerto y tiene una superficie construida de 69,000 m² en la cual se encuentran localizadas todas las Compañías operadoras tanto nacionales como extranjeras.

En este edificio se llevan a cabo los procedimientos de salida y llegada de pasajeros, y se dispone de salas de embarque con 19 pasillos o puentes telescópicos, que permiten el paso directo de los pasajeros a los aviones.

Los estacionamientos para automóviles cuentan con lugar para 4,730 vehículos, siendo la mayoría de superficie y sólo un edificio de niveles que tiene capacidad para 1,900 automóviles. En estos estacionamientos se incluyen los lugares asignados a las compañías de renta de coches y no están considerados los estacionamientos de empleados.



Zona Terminal de Pasajeros de la Aviación General

Esta zona se encuentra localizada al Sur del Aeropuerto, y cuenta con un Edificio Terminal de 1,350 m² y un estacionamiento de superficie con capacidad de 100 vehículos en una área de 3,100 m², además se dispone de una superficie de 38 has. en la cual se encuentran construidos hangares de diferentes dependencias oficiales y de compañías privadas.

Zona de Carga

En la parte central del Aeropuerto y al Oeste del mismo se ubica la zona para carga internacional y está distribuida en una superficie de 11 Has. Las bodegas para el manejo de carga nacional tiene una superficie aproximada de 1 Ha. y las bodegas para los agentes aduanales cuentan con otros 10,000 m².

Servicio de Apoyo

La Torre de Control tiene una altura de 33 m al nivel de operación y cuenta con un Edificio Anexo de 880 m² para alojar subestaciones, un laboratorio y oficinas.

Almacenamiento de Combustible

La zona de almacenamiento de combustibles está ubicada el Noroeste del Aeropuerto en una superficie de 8.2 Has., la misma comprende: 6 tanques de turbosina con una capacidad de 12 M̄ de litros en total; 4 tanques para almacenamiento de gas-avión con 400,000 litros en total, y un

tanque para almacenamiento de lubricantes; además existe una Isleta de servicio en aviación general con su tanque de diario para gas-avión y una red de distribución de turbosina en las Plataformas de aviación comercial para el servicio de los aviones por medio de hidrantes.

Se cuenta también con una zona para la preparación de alimentos; una para el mantenimiento del aeropuerto con superficie de 12 Has. y un centro postal mecanizado construido en 6.300 m². El cuerpo de rescate y extinción de incendio en una superficie de 1.7 Has., está constituido por un edificio de 1,550 m² en el cual se encuentran talleres, cobertizos, oficinas, dormitorios, comedor, bibliotecas, una área de maniobras y un estacionamiento para empleados.

Zona de Mantenimiento

Las dos Compañías Nacionales disponen de instalaciones para el mantenimiento de sus aeronaves. Mexicana de Aviación cuenta para estos fines, con una superficie de 20 Has. y Aeromexico una superficie de 8 Has.

Otras instalaciones

En el Aeropuerto se encuentra también la Zona Presidencial con 17 has. y una zona para la Fuerza Aérea Mexicana 14.5 has.

Vialidad

La vialidad de acceso con que cuenta el aeropuerto es el Circuito Interior, en su tramo Boulevard Puerto Aéreo. Esta vía dispone de 10 carriles en ambos sentidos, 4 de éstos son de baja velocidad. Para el acceso inmediato existen dos pasos a desnivel, que facilitan el acceso desde el Norte por el Circuito Interior y la salida hacia el Sur desde el Aeropuerto. La vialidad Interior está constituida por una vía de anchura variable que pasa enfrente del Edificio Terminal y que comunica este elemento con las zonas de carga, mantenimiento y de combustibles, así como con las oficinas de diferentes compañías y del organismo operador del aeropuerto ASA.

1.3 Diagnóstico de la capacidad de las Instalaciones del AICM.

El sistema de pistas y rodajes del Aeropuerto ofrece una capacidad de 60 operaciones por hora y, según el estudio de demanda, este número se tendrá hacia 1987; sin embargo es importante considerar que cada pista necesita un periodo de mantenimiento promedio de 60 días al año, lo que provoca que durante este tiempo la capacidad del Aeropuerto se vea reducida a 45 operaciones horarias motivando estados de saturación.

La única solución para dotar de capacidad adicional suficiente al área de operaciones en el mediano plazo, es la construcción de una nueva pista paralela, localizada a suficiente distancia de las actuales, para permitir la operación simultánea de aeronaves, lo que no es posible conseguir dentro de los terrenos del actual Aeropuerto.

El edificio terminal, que actualmente cuenta con 69.000 m², se encuentra saturado. Haciendo estimaciones gruesas que consideran el número de pasajeros que se presentan en las horas críticas frecuentes, se requiere una superficie aproximada del órden de los 105.000 m². Esta saturación se ve agravada debido a que no existe un equilibrio entre las capacidades de los elementos principales del edificio terminal, ya que mientras unos cuentan con áreas excedentes, otros presentan grandes aglomeraciones.

La posibilidad de resolver este estado de saturación, mediante la construcción de ampliaciones, es muy dudosa tanto por este desequilibrio, como además sería necesario sacrificar áreas de estacionamiento de automóviles, que así mismo son insuficientes en la actualidad.

Como posteriormente se indica, existe sin embargo, la posibilidad de construir un edificio anexo cuyo crecimiento será también limitado por la misma razón de carencia de espacio libre.

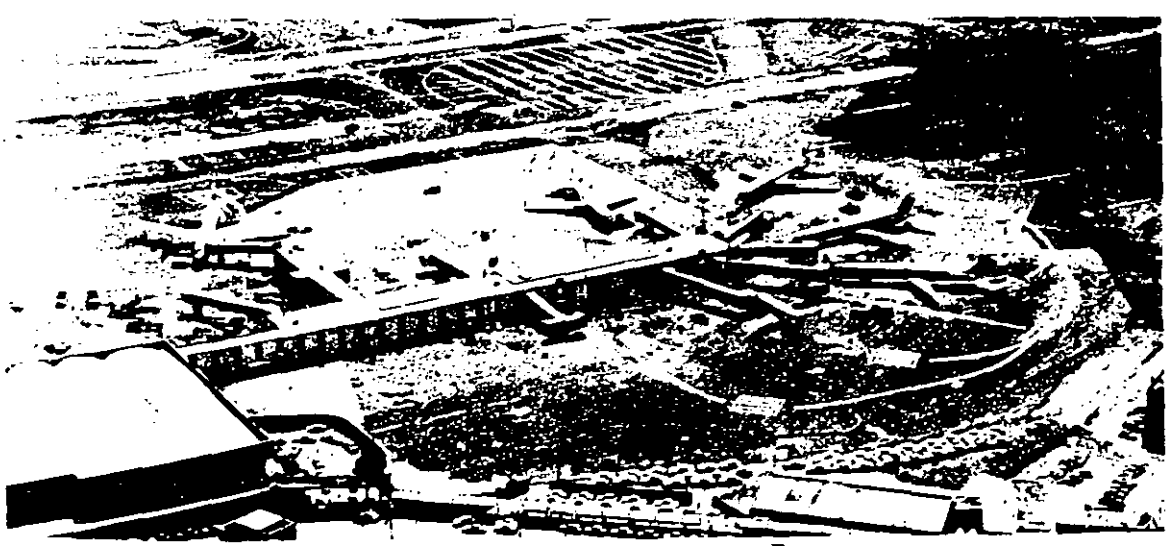
Por otra parte, los estacionamientos de automóviles tienen una capacidad de 4,730 vehículos, es decir que podrían cubrir la demanda esperada para el año 1985. Sin embargo, una deficiente distribución de éstos dentro del Area Terminal por razón natural de falta de espacio, provoca saturaciones en los que se encuentran próximos al edificio terminal. La solución a la demanda de lugares del estacionamiento consistiría en la construcción de edificios de varios niveles a un elevado costo.

La plataforma de operaciones para estacionamiento de aviones comerciales, que actualmente tiene una capacidad de 40 posiciones simultáneas, es capaz de aceptar la demanda que se presentará en el año de 1987. Sin embargo, debido a la larga permanencia de aeronaves que pernoctan en las plataformas de operaciones y de carga internacional en el Aeropuerto, ofrecen ya estados de saturación, sobre todo en las primeras horas de la mañana. La única posibilidad de ampliación de la plataforma es hacia el noreste, sacrificando las instalaciones del centro postal mecanizado, del CREI, de una bodega de Eastern Airlines y del taller de salas móviles.

El análisis de la capacidad de los diversos elementos del Aeropuerto muestra que las zonas de carga nacional e internacional, pueden manejar anualmente 165,500 ton., mientras que la demanda para 1986 es de 153,000 ton. Lo que demuestra que esta zona se satura en ese año.

Los mismos análisis indican la necesidad de construir una nueva Base de Mantenimiento para Aeroméxico, que cuenta con instalaciones cuya superficie es de 8 Has. y se requieren actualmente para el mantenimiento de la flota de esta Compañía del orden de 20 Has.

Por su parte la vialidad de acceso se encuentra en el límite de su capacidad. Los 10 carriles con que cuenta el Boulevard Aeropuerto dan servicio a la Ciudad y al propio Aeropuerto y se han hecho estimaciones en conjunto con las autoridades del Departamento del Distrito Federal que indican que este número de carriles se verá saturado para el año de 1986. Se pueden realizar algunas adaptaciones para aceptar la demanda que se presentará en el corto plazo. Otras ampliaciones para un horizonte mayor, no son factibles si se mantiene un esquema de acceso similar al actual, requiriéndose en este caso el auxilio de otras vías.



En resumen, se puede decir que el análisis de esta información ha determinado que los principales elementos del Aeropuerto se encuentran ya saturados. El área de operaciones constituida por pistas y calles de rodaje, la plataforma para estacionamiento de aeronaves de itinerario, el edificio para pasajeros, los estacionamientos y la vialidad, se espera que presentarán problemas de consideración a finales del presente régimen de Gobierno, si el incremento de la demanda continúa conforme a lo previsto. Es por esto que se juzga necesaria la construcción de nuevas instalaciones, a fin de poder hacer frente a la demanda que se presentará en el mediano y largo plazo.

En el caso de no realizar ninguna obra los resultados serán los siguientes:

En el área de operaciones, pistas y calles de rodaje, se presentarían saturaciones, ocasionando retrasos a los vuelos. En este caso, la más afectada sería la aviación general durante las horas críticas. Cabe señalar que situaciones similares se han presentado ya con anterioridad, especialmente en el año de 1981 en que se tuvo el mayor movimiento dentro del aeropuerto.

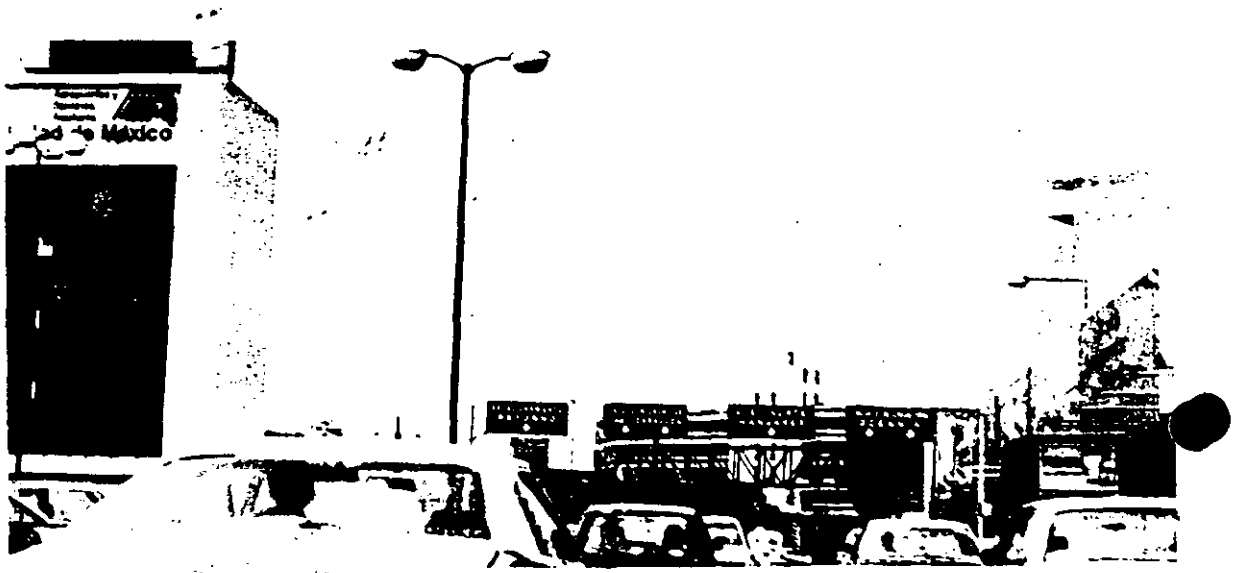
En el caso de retrasos de vuelos, es importante mencionar el elevado costo que representa y el desquiciamiento general de itinerarios en la red.

En cuanto a la plataforma de operaciones, de no haber espacio para estacionamiento de los aviones, se producirían también retrasos en las operaciones y problemas a los vuelos, ya que las aeronaves para lograr estacionamiento y servicios tendrían que esperar lugar después de un aterrizaje.

Dentro del edificio se presentarían aglomeraciones en diferentes áreas, como ya se observa durante los periodos de vacaciones, causando grandes incomodidades a los pasajeros.

Por lo que se refiere a estacionamientos de automóviles y vialidad de acceso, los congestionamientos provocarían retrasos y posible pérdida de vuelos a los pasajeros.

La saturación de algunos de los elementos incidirían en otros, en el caso de las pistas los retrasos a los vuelos serían acumulativos a las plataformas, al edificio y demás componentes. Lo mismo ocurriría con la falta de plataformas para estacionamiento de aeronaves.



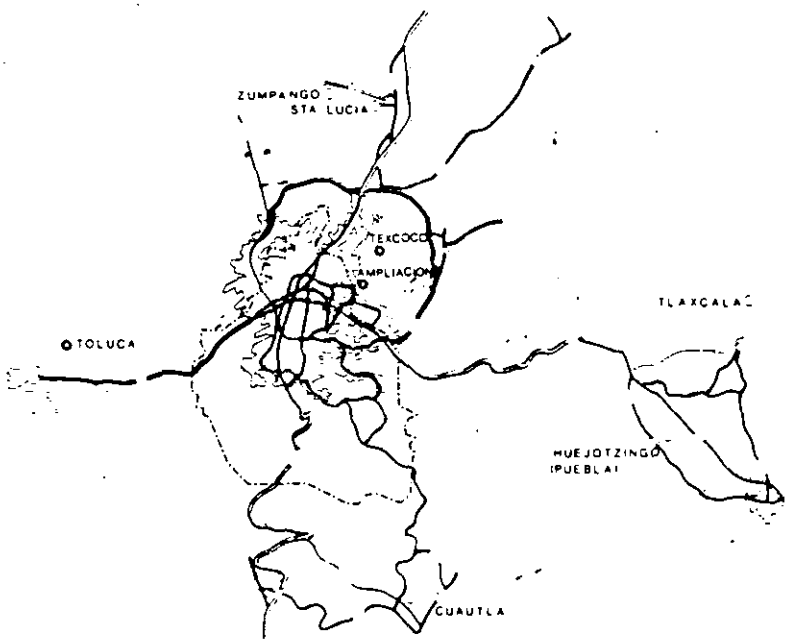
1.4 Estudios realizados para un nuevo aeropuerto para la Ciudad de México.

Solución elegida.

Desde hace aproximadamente 20 años, se vio la necesidad de contar con un nuevo aeropuerto para la Ciudad de México, cuyas instalaciones pudieran responder a la demanda esperada en el largo plazo. Además se tenía conocimiento de la limitada posibilidad de expansión de las actuales instalaciones y de que la Ciudad de México había llegado hasta los linderos del aeropuerto, amenazando con estrangular su crecimiento como de hecho ha sucedido.

Por tal motivo se procedió a estudiar la solución más conveniente al problema aeroportuario de la Ciudad de México, y se propusieron decisiones que en su momento fueron las adecuadas. Hacia 1965 se seleccionó el sitio de Zumpango para construir un nuevo aeropuerto, ya que en ese entonces no existía un lugar más cercano a la Ciudad, adecuado para ese fin.

Fue entonces que se llevó a cabo una serie de estudios entre los cuales destacan el "Estudio para la construcción de un aeropuerto en Zumpango", realizado en 1967 para la Secretaría de Obras Públicas por WILSEY y HAM de México; "Estudio comparativo de dos localizaciones para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México", realizado en 1971 para la Secretaría de Obras Públicas por Bufete Industrial; "Modelo de simulación para encontrar una solución al problema aeroportuario del Valle de México", realizado por la propia Secretaría de Obras Públicas en 1972, y el "Plan Maestro para el Aeropuerto de la Ciudad de méxico en Zumpango" realizado, también para la Secretaría de Obras Públicas, por COMPTON RICHARDSON Y ASOCIADOS en 1974.



Estos estudios recomendaban la construcción de un nuevo aeropuerto en Zumpango, sin embargo por diversos motivos económicos y políticos no se consideró conveniente, en esa fecha, iniciar la construcción de un nuevo aeropuerto. Con el paso de los años se perdió la oportunidad ya que los terrenos seleccionados se fueron poblando, transformándose en una zona de alta productividad agrícola y haciendo prácticamente imposible construir allí un aeropuerto.

En ese entonces el Lago de Texcoco no ofrecía condiciones adecuadas para la construcción de un aeropuerto sin embargo, en 1972 se creó el Plan Texcoco, éste ha tenido como meta rescatar los terrenos del Ex-Lago de Texcoco para fines de regeneración ecológica, construyendo nuevos lagos y destinando zonas para el crecimiento del área urbana, de centros recreativos y de zonas pastizadas y boscosas, dotando así a la Ciudad de México de un nuevo Pulmón. Desde su creación, el Plan Texcoco consideró algunos terrenos para una posible ampliación del Aeropuerto.

Ante el mejoramiento de los terrenos y la depuración de nuevas técnicas de construcción, surgieron nuevas opciones de solución; construir un nuevo aeropuerto en el centro del Ex-vaso del lago de Texcoco, o ampliar el existente. También se estudió la opción de utilizar el aeropuerto de Toluca en conjunto con el actual aeropuerto.

La opción de ampliar el aeropuerto ya se había estudiado desde mucho tiempo atrás como lo demuestran los estudios realizados para tal efecto y que a continuación se mencionan, "Posibilidades de Ampliación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México", realizado por WILSEY y HAM de México en 1976, "Estudio de la Amplia-

POSICIONES CRITERIOS	TOLUCA	TEXCOCO	AMPLIACION
TECNICOS			
Limitación de peso. Control aéreo y capacidad de pistas. Capacidad máxima del sistema.	10% por altura Sin limitaciones Suficiente para 20 años.	8% por altura Dificultad de operación a corto plazo. Suficiente para 20 años.	8% por altura Sin limitaciones. Suficiente para 20 años.
ECONOMICOS			
Sobrecosto por traslado de pasajeros respecto a ubicación actual, período: 1987 - 2000 Costo Obras: Primera Etapa: (M de pesos enero 84)	196,000 M 21,000 M	68,000 M 23,000 M	0 M 21,000 M
SOCIALES			
Costo Social	Afectación a zona agrícola. Incrementa tiempo y costo de traslado de usuarios. Cambia el centro de trabajo parcialmente.	Afectación a Sosa-Texcoco. Incrementa tiempo y costo de traslado de susuarios. Daña a otros intereses. Cambia el centro de trabajo 14 Km.	Ayuda a mantener los logros de la C.L.T. No se altera.
URBANO REGIONAL			
Liberación de los terrenos actuales del Aeropuerto de México. Poblacional. Coordinación con otras Dependencias.	No se liberan. Propicia poblamiento de suelo agrícola.	Se liberan totalmente. Genera poblamiento indeseable en Lago-Texcoco. Cierta coordinación con otras Dependencias.	Se liberan totalmente. Protege de presiones urbanas la zona del Lago-Texcoco. Amplia coordinación con otras Dependencias.

ción del AICM": realizado por IPESA Constructores en 1970": "Actualización del proyecto de Ampliación", realizado en 1980: "Estudio para la Ampliación del AICM", realizado en 1981 y "Plan Maestro de la Ampliación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México" realizado por ASA en 1982". Debe subrayarse que los proyectos de la Ampliación realizados en 1970, difieren notablemente de los realizados en 1982 a la fecha, ya que el poblamiento de la zona obligó a desplazar el proyecto hacia el Lago de Texcoco.

En lo que se refiere a construir en el Centro del Vaso del Ex-Lago de Texcoco, también se han realizado numerosos estudios tales como el "Estado técnico y socio económico para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, perspectiva a mediano y largo plazo", realizado por AIRPORT DE PARIS y SOGELERG en 1979: "Sistema aeroportuario para la zona aeroportuaria de la Ciudad de México", realizado en 1979: "Análisis de las soluciones Aeropuerto en Texcoco y Ampliación", realizado en 1980: "Problemática del Sistema Aeroportuario del Valle de méxico y su evaluación", realizado en 1982.

Estos estudios sobre Texcoco concluyeron que, aunque la solución técnica era buena, la posibilidad de llevarla a cabo se veía limitada por el monto de la inversión. Esta sería considerablemente mayor por el poco aprovechamiento de las instalaciones existentes, requiriéndose además de una infraestructura vial sumamente costosa y actualmente imposible de construir.

Por su parte el Aeropuerto de Toluca siempre se consideró como una solución que operaría en conjunto con el actual aeropuerto: sin embargo, como posteriormente se aclara en detalle, esta operación estaría limitada al movimiento de la micro región de Toluca, ya que este aeropuerto se encuentra localizado a 60 kilómetros de los Centros Generadores de pasajeros en la Ciudad de México.

Como resultado de estos análisis más detallados, se advierte que ante condiciones similares en cuanto a aspectos técnicos y de costos, las ventajas corresponden a la opción de ampliar las instalaciones actuales por razones de naturaleza social y de carácter urbano regional.

Efectivamente la ubicación en Toluca significaría, para los usuarios del transporte aéreo, un incremento inadmisible en tiempo y costo de transportación terrestre; además, desde el punto de vista psicológico, esta ubicación no se identificaría con la Ciudad de México con todo los problemas que ello podría desencadenar en el plano social y desde luego en el laboral. Como un inconveniente de menor rango puede señalarse que la mayor altura sobre el nivel del mar con respecto al Valle de México, implicaría una reducción adicional del 2% en el peso de las aeronaves en el despegue. Asimismo, la Alternativa Toluca considera únicamente el manejo de una parte de los servicios de transporte aéreo correspondientes a la Ciudad de México, dado que funcionaría simultáneamente con las actuales instalaciones del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, es decir se tendría el inconveniente de que algunas rutas correspondientes a la Ciudad Capital se operarían en Toluca, y otras en el propio Aeropuerto de México.

Por otra parte, la ubicación en Texcoco implicaría para los usuarios un importante recorrido adicional de más del doble con respecto a la transportación terrestre actual. Significaría el desplazamiento en aproximadamente 14 kilómetros del centro de trabajo para el personal aeroportuario, y también afectaría los intereses externos de diversa índole que se han venido desarrollando en torno y en función del aeropuerto.

Además, en esta opción, no se aprovecharían adecuadamente las instalaciones ya

construidas y existirían problemas significativos para la operación aeronáutica durante las primeras etapas del desarrollo de este proyecto.

Por el contrario se considera pertinente proponer la Ampliación del Aeropuerto actual en una forma físicamente factible como la solución más adecuada, tanto para las primeras etapas, como para la satisfacción de la demanda final, por las siguientes razones:

— Para los usuarios se mantendrían indefinidamente los mismos recorridos terrestres que actualmente se tienen, representando la máxima comodidad en este aspecto.

— Se conservaría la actual ubicación del centro de trabajo de todo el personal aeroportuario y del involucrado en el transporte aéreo, con todas las ventajas que eso significa en materia de facilidades de acceso.

— En gran medida se aprovecharía lo construido hasta la fecha asegurando el desarrollo progresivo de la ampliación, de acuerdo con el incremento de la demanda de servicios.

— El proyecto armoniza con el que tiene en curso el Plan Texcoco, además de que el uso de los terrenos abiertos del lago, para fines aeroportuarios, concurre a evitar la conurbación y el poblamiento indeseable de los terrenos libres del antiguo lago.

— Permite realizar las acciones de ampliación y modernización, sin generar costos sociales con respecto a la situación actual, ni costos adicionales para los usuarios, en lo que se refiere a transportación terrestre, ni para el personal aeroportuario, para quienes el recorrido domicilio-trabajo permanecería sin cambio, tampoco afectaría los intereses desarrollados en torno al actual emplazamiento como hoteles, restaurantes, estacionamientos y otros servicios.

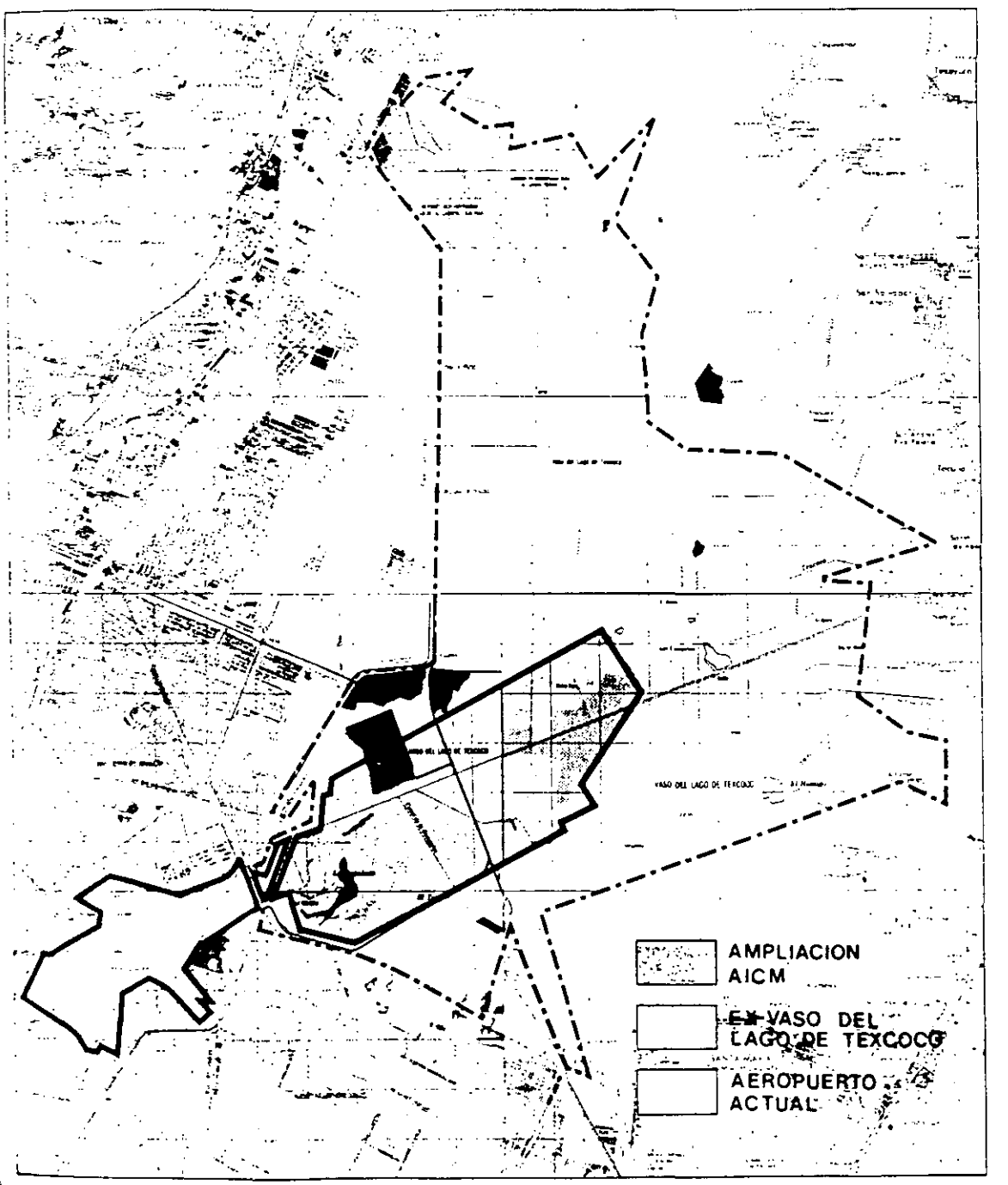
— Inscribe la solución del problema aeroportuario de la Ciudad de México en el marco de reordenamiento económico de la Nación y de las condiciones de austeridad, puesto que no se trata de un proyecto espectacular de un nuevo aeropuerto que requiriese de nuevas y grandes infraestructuras.

— Mantiene la infraestructura y las operaciones aeroportuarias en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, en el marco de la eficiencia técnica más rigurosa.

— Reduce en cierta medida los riesgos derivados del descenso de aeronaves sobre áreas habitadas de la Ciudad, al trasladarse las nuevas pistas a 6 kilómetros, aproximadamente, dentro de los terrenos abiertos del lago de Texcoco.

— Contribuya a evitar fenómenos de conurbación entre la Ciudad de México y el Municipio de Texcoco, por la utilización de extensas áreas del antiguo lago para fines aeroportuarios, y asimismo a evitar la extensión de los poblamientos de Ciudad Netzahualcóyotl y de Ciudad Lago.

Por todas estas razones se concluye en la conveniencia de resolver el problema aeroportuario de la Capital de la República, mediante la ampliación de las instalaciones actuales.


AMPLIACION
AICM
EX VASO DEL
LAGO DE TEXCOCO
AEROPUERTO
ACTUAL

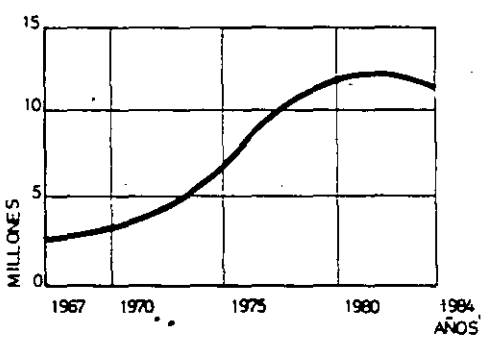
CAPITULO

2 ESTUDIO DE LA DEMANDA

El crecimiento experimentado por la demanda de tránsito aéreo en el AICM, había sido, hasta 1981, siempre superior al pronosticado. En este año el volumen de pasajeros manejado fue de 12.28 M, y las operaciones alcanzaron las 222,600 anuales.

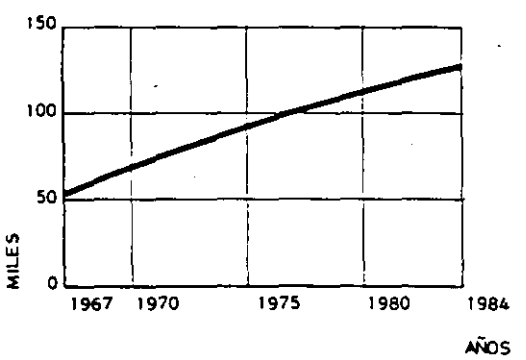
El fuerte crecimiento del tránsito ha sido motivado por diferentes factores entre los que se cuentan: El aumento de la población del Valle de México; el incremento del nivel de vida; la apertura de nuevos aeropuertos nacionales y de nuevas rutas nacionales e internacionales; el crecimiento de la flota de las compañías nacionales, el aumento del turismo y de las actividades comerciales durante los últimos años.

DEMANDA ANUAL HISTORICA



PASAJEROS COMERCIALES ANUALES
(MILLONES)

AÑO	TOTAL
1967	2.7
1970	3.4
1975	6.7
1980	12.0
1984	11.6



OPERACIONES COMERCIALES ANUALES
(MILES)

AÑO	TOTAL
1967	52.2
1970	68.6
1975	93.2
1980	111.2
1984	128.8

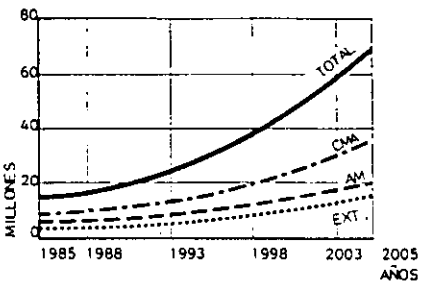
2.1 Estadísticas y Proyecciones Básicas

Con el objeto de analizar la demanda actual y determinar las previsiones del tráfico que se presentarán en el Aeropuerto de la Ciudad de México, la Dirección General de Aeropuertos, ha realizado estudios detallados: éstos toman en consideración un gran número de elementos que influyen en la demanda y los resultados que arrojan están dentro de un rango de confiabilidad.

Para su estudio se agruparon los operadores del Aeropuerto en tres grandes grupos:

Uno que representa a todas las Compañías Extranjeras y otros dos que representan a las Compañías Nacionales Aeroméxico y Mexicana. Este agrupamiento se consideró el más lógico, dada la forma en que operan estos grupos en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

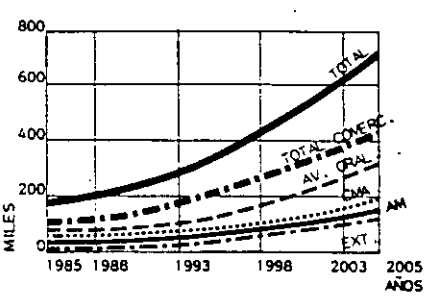
Para determinar las proyecciones de la demanda anual de pasajeros se analizó, para cada uno de los grupos, su comportamiento histórico durante los últimos diez años; además se estudiaron otros factores que afectan esta demanda, como son los económicos, demográficos, turísticos y factores específicos e inherentes a la aviación comercial (crecimiento de la flota y previsiones de las Compañías, etc.). Un modelo econométrico tomó en cuenta los factores mencionados, así la proyección resultante de la demanda tiene una tendencia compensadora que considera el receso habido en los últimos años. A partir del presente año se esperan tasas de crecimiento anual del órden del 6%, siempre inferiores a las habidas hasta 1981, cuyos valores anuales medios fueron del órden del 12%, los resultados son los siguientes:



PASAJEROS ANUALES AVIACION COMERCIAL (MILLONES)

AÑO	AM	CMA	EXT.	TOTAL
1985	3.5	6.2	2.2	12.1
1988	4.0	7.2	2.6	14.0
1993	6.6	11.9	4.3	22.9
1998	10.9	19.5	7.1	37.6
2003	16.4	29.4	10.7	56.7
2005	18.5	33.2	12.1	63.8

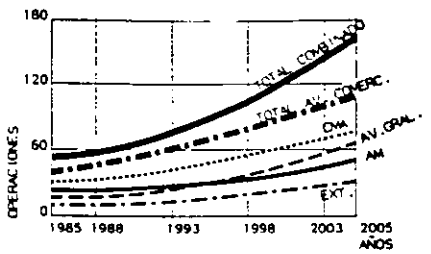
En lo que se refiere al pronóstico de la demanda de operaciones anuales de la Aviación Comercial, ésta se obtuvo considerando como base el pronóstico de pasajeros anuales y la ocupación promedio por tipo de avión, que toma en cuenta las tendencias de los futuros aviones en cuanto a su capacidad. Los resultados de este análisis son los siguientes:



OPERACIONES ANUALES COMERCIALES Y AV.GENERAL (MILES)

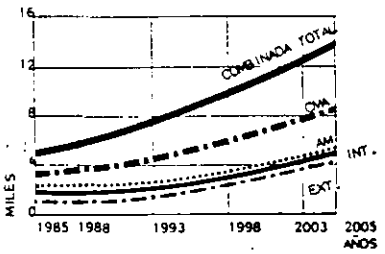
AÑO	AM	CMA	EXT.	TOTAL COMERC.	AV. GRAL.	TOTAL
1985	43	52	31	126	68	194
1988	44	62	35	141	75	216
1993	59	83	47	189	111	300
1998	82	116	66	264	191	455
2003	110	156	89	355	291	646
2005	121	172	98	391	320	711

Las operaciones en hora crítica se calcularon en función de los datos obtenidos de los histogramas actuales del comportamiento del Aeropuerto para cada uno de los grupos en estudio, relacionando estos datos con la proyección de la demanda de las operaciones anuales. Los resultados obtenidos son los siguientes:



OPERACIONES COMERCIALES EN HORA CRITICA

AÑO	AM	OMA	EXT.	TOTAL COMERCIAL	AV. GRAL.	TOTAL COMBINADO
1985	21	25	12	43	14	57
1988	22	29	13	47	17	64
1993	26	37	16	58	26	84
1998	34	48	21	76	35	111
2003	44	61	26	97	53	150
2005	47	66	28	106	61	167



PASAJEROS COMERCIALES EN HORA CRITICA COMBINADA

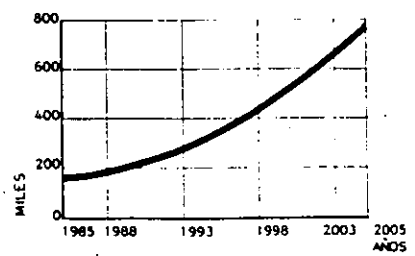
AÑO	AM	OMA	EXT.	INT.	AM+OMA*	COMBINADA TOTAL
1985	2373	3100	1824	2006	2849	5656
1988	2486	3596	1976	2176	3466	6280
1993	2938	4588	2932	2676	4731	7769
1998	3842	5952	3192	3512	4878	10113
2003	4904	7588	3952	4348	5413	12887
2005	5311	8184	4256	4682	6698	13921

* INCLUYE TODO EL TRAFICO INTERNACIONAL DE LAS COMPAÑIAS NACIONALES

Las posiciones simultáneas de aeronaves comerciales en la Plataforma de Operaciones se calcularon a partir del análisis de los histógramas diarios de su comportamiento y los datos obtenidos se correlacionan con la demanda anual de operaciones en hora crítica.

Sólo se han efectuado comentarios sobre los pronósticos de la demanda de los parámetros más importantes en un Aeropuerto como son los pasajeros y las operaciones anuales y horarias; sin embargo, en las gráficas que acompañan este capítulo aparecen los pronósticos de la demanda de los demás elementos del Aeropuerto.

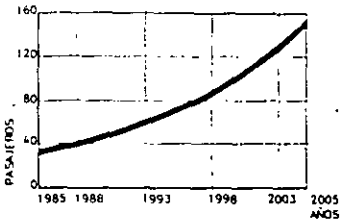
La demanda de los pasajeros comerciales en hora crítica se determinó en base a las operaciones horarias, al tiempo de permanencia de los aviones en plataforma, al tipo de avión y a su coeficiente de ocupación. En el cálculo de este parámetro se consideró que dentro de la hora crítica hay 20 minutos en los cuales se concentra el 70% de los pasajeros.



PASAJEROS ANUALES AVIACION GENERAL (MILES)

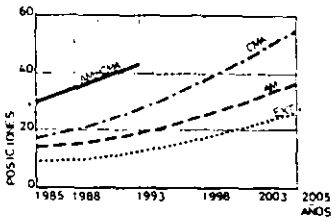
AÑO	PASAJEROS
1985	170
1988	188
1993	277
1998	477
2003	726
2005	798

Los resultados obtenidos son los siguientes.



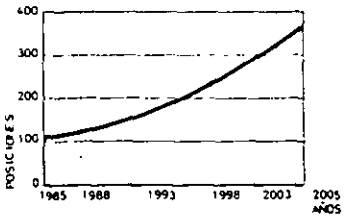
PASAJEROS HORA CRITICA AVIACION GENERAL

AÑO	PASAJEROS
1985	35
1988	43
1993	65
1998	88
2003	133
2005	153



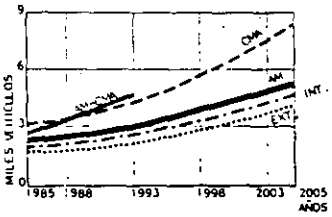
POCISIONES SIMULTANEAS AVIACION COMERCIAL

AÑO	AM	OM	EXT.	AM+OM
1985	14	17	9	29
1988	15	20	10	33
1993	18	27	14	42
1998	25	36	19	
2003	33	49	23	
2005	36	55	26	



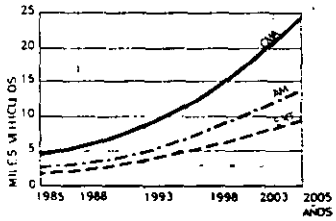
POSICIONES SIMULTANEAS AVIACION GENERAL

AÑO	AV.GRAL.
1985	101
1988	122
1993	166
1998	226
2003	309
2005	350



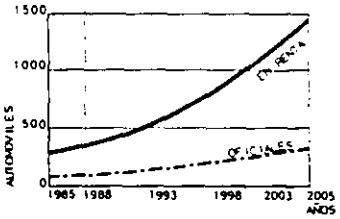
ESTACIONAMIENTO DE AUTOMOVILES PASAJEROS

AÑO	AM	OM	EXT.	INT. INCL. AM+OM	AM+OM (NALES.)
1985	2260	3100	1824	2006	2849
1988	2486	3596	1976	2176	3466
1993	2938	4588	2432	2676	4731
1998	3842	5952	3192	3512	
2003	4904	7588	3952	4348	
2005	5311	8184	4256	4682	



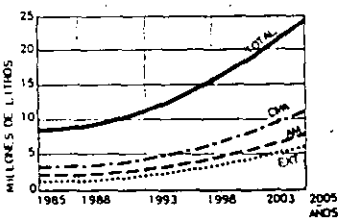
ESTACIONAMIENTO DE AUTOMOVILES EMPLEADOS

AÑO	AM	OM	EXT.
1985	2630	4710	1720
1988	3004	5460	1990
1993	4990	8950	3270
1998	8190	14693	5360
2003	12330	22110	8070
2005	13890	24910	9100



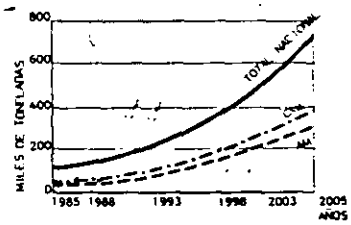
ESTACIONAMIENTOS PARA VEHICULOS OFICIALES Y EN RENTA

AÑO	AUTOS OFICIALES	AUTOS RENTA
1985	60	280
1988	70	325
1993	115	530
1998	190	870
2003	285	1310
2005	320	1470



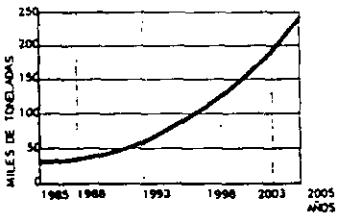
COMBUSTIBLE (MILLONES DE LITROS)

AÑO	AM	OM	EXT.	TOTAL
1985	2.69	3.26	1.95	7.9
1988	2.71	3.85	2.18	8.7
1993	3.66	5.19	2.95	11.8
1998	5.11	7.25	4.12	16.4
2003	6.82	9.76	5.54	22.1
2005	7.56	10.73	6.09	24.3



CARGA NACIONAL (MILES DE TONELADAS)

AÑO	AM	OM	TOTAL NACIONAL
1985	47	57	104
1988	63	76	139
1993	101	123	224
1998	163	198	361
2003	263	319	582
2005	318	386	705



CARGA INTERNACIONAL (MILES DE TONELADAS)

AÑO	CARGA
1985	34
1988	45
1993	73
1998	118
2003	190
2005	230

2.2 Etapas de Desarrollo y Estrategias de Operación

En el capítulo anterior se ha mencionado que la capacidad de las instalaciones actuales del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México ha sido rebasada y sus principales elementos se encuentran ya en estado de saturación, empezando a presentar detrimento en su nivel de servicio. El sistema de pistas, aunque teóricamente pueda atender a la demanda esperada en 1987, su capacidad se vé severamente reducida durante los periodos en que se llevan a cabo reparaciones. Por otra parte se tiene el riesgo latente de un colapso en sus pavimentos, que sería motivado por el enorme sobrepeso que imponen al terreno.

SATURACION DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS

ELEMENTO	CAPACIDAD ACTUAL	1985	1986	1987	1988	1989	1990
SISTEMA DE PISTAS	60 op / hr.	57	59	62	64	67	70
PLATAFORMA	40 posiciones	38	39	40	42	45	47
EDIFICIO TERMINAL	69,000 m^2	83,730	86,205	90,975	92,100	97,095	99,330
ESTACIONAMIENTO	4700 autos	5,582	5,747	6,065	6,140	6,473	6,622
CARGA INTERNACIONAL	78 miles ton.	45	65	67	85	109	120
CARGA NACIONAL	45 miles ton.	138	189	320	539	909	1,120
MANTENIMIENTO MEXICANA DE AVIACION	20.2 Ha.	21.1	22.2	23.4	24.7	26.1	27.5
MANTENIMIENTO AEROMEXICO	7.9 Ha.	20.5	21.1	21.6	22.2	22.8	23.[illegible]
VIALIDAD EXTERNA	10 carriles	9	11	15	20	24	25

Lo anterior indica la conveniencia de contar de inmediato con nuevas instalaciones. Sin embargo la situación económica del País ha impedido llevar a cabo las obras correspondientes en su oportunidad.

A la fecha en que se desarrolla el presente documento, se han estimado posibilidades de realizar las obras correspondientes a una primera etapa poniéndolas en operación al final del presente régimen de Gobierno, es decir en el año de 1988. Esta posibilidad se dá siempre y cuándo los trabajos se continúen de inmediato y con un gran esfuerzo técnico.

Considerando como válida la fecha anterior para la puesta en operación, se procedió a determinar la duración de esta primera etapa y las sucesivas.

Efectuando análisis demanda-capacidad conforme a las hipótesis previstas, se definieron períodos de duración estimados en 5 años para el desarrollo de las etapas.

Se ha encontrado este lapso como óptimo para su duración, ya que si bien es cierto que sería preferible construir pequeñas etapas de menor duración por razones de economía, existen elementos de importancia en el aeropuerto cuyas continuas ampliaciones y modificaciones causan graves inconvenientes al usuario.

De acuerdo a estas consideraciones de orden económico y de funcionamiento se determinó la conveniencia de que la primera etapa tuviese una duración de cinco años y que la segunda fuese también de esa duración.

Etapas para el Desarrollo del Aeropuerto

PRIMERA ETAPA	1988-1993
SEGUNDA ETAPA	1993-1998
TERCERA ETAPA	1998-2203

El primer año indica la puesta en operación de la etapa y el segundo señala su horizonte de planeación.

Estrategia de Operación

Una vez determinadas las etapas de construcción de la Ampliación del Aeropuerto se analizaron las estrategias más convenientes de operación. Es decir se definió cual de los tres operadores deben ubicarse en primera etapa en las nuevas instalaciones y en qué órden y cuándo deben trasladarse los otros dos operadores.

Los análisis efectuados para estos fines determinaron dos opciones convenientes para el operador que debe ubicarse en las nuevas instalaciones: Aeroméxico o las Compañías Extranjeras.

En el caso de Aeroméxico, la ventaja esencial consiste en el descongestionamiento que se puede lograr en el movimiento de aviones durante las horas pico que se presentan entre las 7 y las 9 de la mañana y que es ocasionado por la actividad de las dos líneas nacionales que tratan de ofrecer al público la posibilidad de viajar al interior del País en las primeras horas de la mañana, así como optimizar la utilización de su equipo de vuelo poniéndolo en operación lo más temprano posible. En estas condiciones, con las nuevas instalaciones prácticamente se duplican las posibilidades actuales.

La solución de trasladar a las Compañías Extranjeras tienen por su parte la ventaja de permitir el desalojo de grandes áreas dentro del actual edificio terminal, lo que permitiría su adaptación al ser utilizado por las dos Compañías Nacionales.

Considerando que el elemento más crítico en la actualidad es el área terminal y por otro lado teniendo en cuentas las circunstancias económicas por las que atraviesa el País, estas condiciones han obligado a desarrollar una primera etapa de una solu-

ción para el Aeropuerto que llamaremos No convencional. Esta solución asocia a los pasajeros de los vuelos más largos con aquellos que deben permanecer más tiempo dentro del Aeropuerto obligándolos a utilizar el sistema interno de recorridos interterminales.

Por lo anterior se decidió finalmente que durante la primera etapa de desarrollo se trasladaran a las nuevas instalaciones el movimiento internacional tanto de las Compañías Extranjeras como de Mexicana y Aeroméxico y que los vuelos nacionales continúen operando en las instalaciones existentes.

Al trasladarse este movimiento a las nuevas instalaciones queda una capacidad remanente en el sistema de pistas actuales que permiten cómodamente la operación del tránsito comercial de las dos Compañías Nacionales y de la aviación general, hasta 1990, fecha a partir de la cual se comenzarán a presentar estados de saturación que podrían ser aliviados operando parte de la aviación general en la nueva pista.

Estas condiciones de operación se tendrían por un corto tiempo, ya que conforme a la demanda, se espera que hacia 1993 tendría que ponerse en operación la 2a. etapa.

Con el fin de aliviar la saturación que comenzaría a presentarse para esas fechas, sería necesario trasladar las operaciones de Aeroméxico a las nuevas instalaciones, como una segunda etapa de desarrollo.

Esto permitiría que Aeroméxico contara con espacio para establecer su nueva base de mantenimiento y que al mismo tiempo aprovechara la capacidad instalada en la nueva área de operaciones.

Por otra parte Mexicana de Aviación haría uso de las instalaciones del actual aeropuerto, compartiéndola con la operación de la aviación general. Esta estrategia permite que dicha Compañía utilice su base de mantenimiento y otras instalaciones durante un lapso mayor.

En conclusión en la segunda etapa se determinó como lo más conveniente la operación de Aeroméxico y de las líneas extranjeras en las instalaciones de la ampliación y la operación de Mexicana en las instalaciones del actual aeropuerto.

A partir de 1997 las instalaciones del actual aeropuerto se encontrarán totalmente saturadas por el tránsito de Mexicana, siendo mínimas sus posibilidades de expansión, mientras que la antigüedad de las instalaciones sobrepasará los 45 años. Considerando que la vida útil de estas instalaciones habrá llegado a límites más allá de los cuales su transformación, modificación y ampliación será sumamente costosa, se estimó como lo más conveniente que a partir de 1997 se trasladase la operación de Mexicana a la ampliación. Para esta fecha operaría todo el movimiento comercial y de la aviación general compatible en la ampliación, cuyas instalaciones constituirían de hecho un nuevo aeropuerto.

2.3 Dimensionamiento de los Elementos del Aeropuerto

Con el fin de determinar la magnitud de los elementos necesarios para responder a la demanda que se presentará en las etapas de operación del aeropuerto, se han utilizado parámetros de diseño algunos de los cuales son resultado de la experiencia y de la investigación que ha realizado la D.G.A. a través de sus 20 años de existencia y otros que son resultado de la experiencia mundial.

Estos parámetros se aplican a la información de la demanda futura para cada elemento, especialmente en los años que representan el horizonte de cada etapa. De esta manera se obtiene la magnitud que cada elemento deberá tener para cada una de las etapas.

En seguida se proporciona una relación de los principales parámetros para el caso específico del AICM y posteriormente se presentan los resultados de los análisis que definieron el desarrollo de los diferentes elementos del Aeropuerto, en función de estos parámetros, de las concentraciones de la demanda por etapas y de las estrategias de operación:

45 operaciones por hora de capacidad de 1 pista con un sistema eficiente de calles de rodajes.

60 operaciones por hora como capacidad máxima de una configuración consistente en 2 pistas paralelas cercanas con ejes a 300 metros con un sistema eficiente de calles de rodaje.

105 operaciones por hora de capacidad, para un sistema de 3 pistas consistentes en dos paralelas cercanas y otra pista más alejada, con distancia mínima de 1.525 mts. de la pista más cercana con un sistema eficiente de calles de rodaje.

120 operaciones por hora de capacidad para un sistema de 4 pistas constituido por 2 pares de pistas cercanas con una distancia de pistas interiores mínima de 1.525 mts. y con un sistema eficiente de rodajes.

7.000 m². de plataforma de operaciones por avión para aeronaves del tipo DC-9 y 727. Con salida por tractor.

8.000 m². por posición de avión en plataforma de operaciones para aeronaves con versiones alargadas de los DC-9 y 727 con salida por tractor.

10.000 m². de plataforma de operaciones por avión para las aeronaves de las Compañías Extranjeras, con salida por tractor.

450 m². por posición de aeronaves en plataforma de aviación general.

14 m². de edificio por pasajero de aviación comercial nacional en hora crítica.

16 m². de edificio por pasajero de aviación internacional en hora crítica.

1 cajón de estacionamiento para automóviles por pasajero comercial en hora crítica.

30 m². por cajón de estacionamiento.

50 m². por cajón de estacionamiento para vehículos de transportación colectiva.

8 toneladas de carga por m². de Edificio Terminal de Carga por año, para un proceso manual.

20 toneladas por m². de Edificio Ter-

minal de Carga por año. para un proceso de carga mecanizado.

1.500 vehículos por hora y por carril para vías de acceso y circulación.

12 m². de edificio por pasajero de la aviación general en hora crítica.

1.5 cajones de estacionamiento para la aviación general por pasajero en hora crítica.

5 cajones de estacionamiento de autos oficiales por M̄ (millones) de pasajeros anuales.

23 cajones de estacionamiento de autos en renta por M̄ de pasajeros anuales.

250 cajones de estacionamiento de empleados por M̄ de pasajeros anuales.

20 cajones de estacionamiento para la transportación terrestre por M̄ de pasajeros anuales.

0.15 m². de almacén por tonelada anual de carga nacional.

1.2 m². de almacén por tonelada anual de carga internacional.

1 M̄ litros de combustible en almacén por 16.000 operaciones anuales comerciales.

6.500 m². por aeronave en la zona de mantenimiento.

300 m². de oficina de las autoridades aeroportuarias con actividad directa a la operación por M̄ de pasajeros anuales.

0.8 ha. de oficina de autoridades aeroportuarias con actividad de apoyo a la operación por M̄ de pasajeros anuales.

100 m². de edificio de servicios a la plataforma por 2.000 operaciones anuales de las Compañías Extranjeras.

0.5 ha. zona de mantenimiento y construcción del Aeropuerto por M̄ de pasajeros anuales.

0.4 ha. de zona comercial y hotelera por M̄ de pasajeros anuales.

6,000 m². de zona de hangares de aviación general por aeronave en posición simultánea.

0.25 m². de almacén de tramitadores de carga. aérea por tonelada de carga internacional.

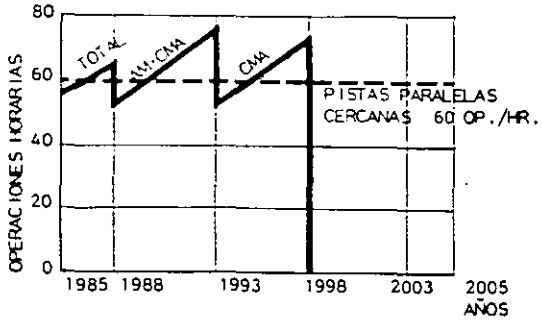
1.0 m². de oficina de correo por tonelada anual.

6.5 ha. de zona de preparación de alimentos y mantenimiento por 100.000 operaciones anuales de aviación comercial regular.

Pistas: **En el A.I.C.M.**

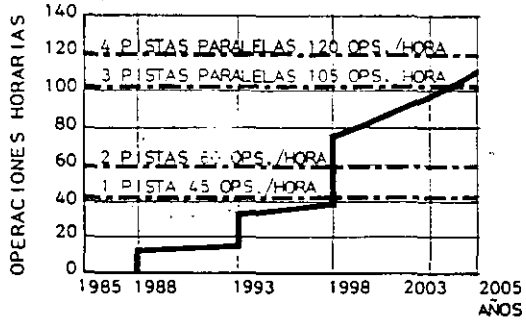
Durante la primera etapa. (1988-1993) el sistema de pistas en el AICM que tiene una capacidad de 60 operaciones por hora. es suficiente para aceptar la demanda de las dos líneas nacionales que operarán en el AICM en este periodo. La demanda horaria combinada de ambas aerolíneas es de 42 operaciones al inicio de la etapa a 51 al final de ésta. Existirán sin embargo estados de saturación cuando una de las dos pistas esté en reparación. Como ya se mencionó. al adicionar la demanda de la Aviación General. se sobrepasará la capacidad de las pistas y tendrá que operar en las nuevas instalaciones durante los periodos críticos.

En la segunda etapa (1988-1993) la capacidad de las pistas en el AICM será suficiente para los requerimientos de operación de la Compañía Mexicana de aviación. ya que para esta etapa Aeroméxico pasará a operar en las nuevas pistas.



P I S T A S A I C M

AÑO	AM+CMA	CMA	TOTAL COMERCIAL	AV.GRAL	TOTAL
1985	37	20	43	14	57
1988	41	22	47	17	64
			41	17	58
1993	50	27	50	26	76
		27	27	26	53
1998		35	35	35	70



P I S T A S A M P L I A C I O N

AÑO	INT.	AM	EXT.+AM	CMA	TOTAL
1988	13				13 *
1993	16				16 *
	8	23	31		31 **
1998	11	30	41		41 **
				35	76
2003	13	39		45	97
2005	14	43		49	106

* ENTRE 1988 Y 1993 SE UTILIZAN LOS DATOS DE LA HORA CRITICA DE LAS COMPAÑIAS EXTRANJERAS.

** ENTRE 1993 Y 1998 SE UTILIZAN LOS DE HORA CRITICA COMBINADA AEROMEXICO-CIAS.EXTRANJERAS,DESPUES SE UTILIZA LA HORA CRITICA COMBINADA TOTAL

En la Ampliación

Durante la primera etapa sólo será necesario contar con una pista, cuya capacidad (45 op/H) será suficiente para aceptar el tránsito internacional que se presentará y cuyo número de operaciones horarias será, hacia 1993, de alrededor de 16.

Para la segunda etapa, al pasar la operación de Aeroméxico a las nuevas instalaciones, la demanda combinada de esta Compañía con las extranjeras será durante el periodo de 36 a 47 operaciones por hora. Considerando: que la capacidad de una sola pista (45 operaciones) queda en el límite de la demanda, que será necesario darle mantenimiento a esta pista y que además habrá que proporcionar una capacidad adicional al sistema de pistas actuales del AICM cuando ésta se encuentre en reparaciones, será conveniente contar con una segunda pista paralela cercana a la primera.

En la siguiente etapa todo el movimiento comercial operará en la Ampliación, siendo necesaria la construcción de la tercera pista paralela localizada a 2,100 m. de la pista 06I-24D así como de una cuarta pista. Esta configuración logra una capacidad de 120 operaciones por hora y será capaz de manejar el tránsito que se presenta en la hora crítica del aeropuerto hasta más allá del año 2003.

En cuanto a la demanda anual el sistema de cuatro pistas paralelas tiene una capacidad del órden de las 650,000 operaciones, cantidad muy por arriba a la demanda estimada para el año 2005 y que sería del órden de las 400,000 operaciones.

En cada una de las etapas, las pistas en el AICM y en la Ampliación deberá contar con los rodajes suficientes y con salidas de alta velocidad que permitan su rápido desalojo.

Plataforma de Operaciones

En el A.I.C.M.

La actual plataforma de operaciones del AICM, como ya se mencionó tiene capacidad para estacionar 40 posiciones simultáneas de aviones, y se estima suficiente para aceptar la demanda que se presente en la primera etapa en la que operarán en ella las dos Compañías Nacionales. Para el final de la etapa se prevé cierto grado de saturación (1993).

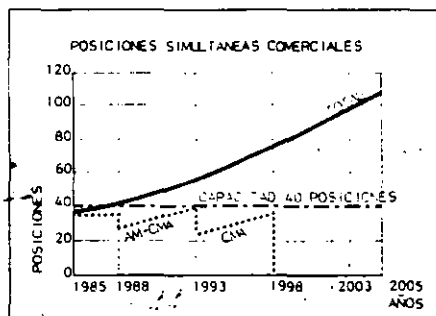
En la segunda etapa, en el AICM sólo operará Mexicana de Aviación. La actual Plataforma de Operaciones tiene capacidad suficiente para manejar la demanda que ocasionaría esta Compañía durante este período.

En la Ampliación

En la primera etapa, será necesario contar con plataforma de operaciones para 15 posiciones simultáneas, demanda del tránsito internacional que se presentará en 1993. Esto significa dotar a la Ampliación de un área de plataforma de alrededor de 150.000 m². En la segunda etapa se ampliará la capacidad de esta primera plataforma a 20 posiciones simultáneas (200.000 m²), y además deberá construirse una nueva plataforma con capacidad para 25 posiciones simultáneas de aeronaves (200.000 m².), para manejar el tráfico de Aeroméxico.

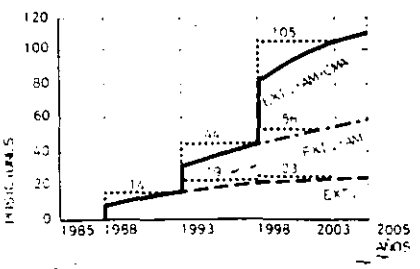
Para la tercera etapa y de acuerdo con la demanda esperada, la plataforma para el tráfico de las líneas extranjeras deberá incrementar su capacidad a 24 posiciones simultáneas de aeronaves (240.000 m².).

Para Aeroméxico será necesario construir un segundo módulo con una capacidad inicial de 10 posiciones simultáneas; mientras que para Mexicana se necesitará la construcción de dos plataformas, cada una con una capacidad mínima de 20 posiciones simultáneas (400.000 m².).



A I C M

AÑO	AM	CMA	EXT.	TOTAL
1985	14	19	9	38
1988	15	20		33
1993		27		27
1998		36		36



A M P L I A C I O N

AÑO	AM	CMA	EXT.	TOTAL
1988	-	-	10	10
1993	18	-	14	32
1998	25	36	19	80
2003	33	49	23	105
2005	35	52	24	111

Area Terminal

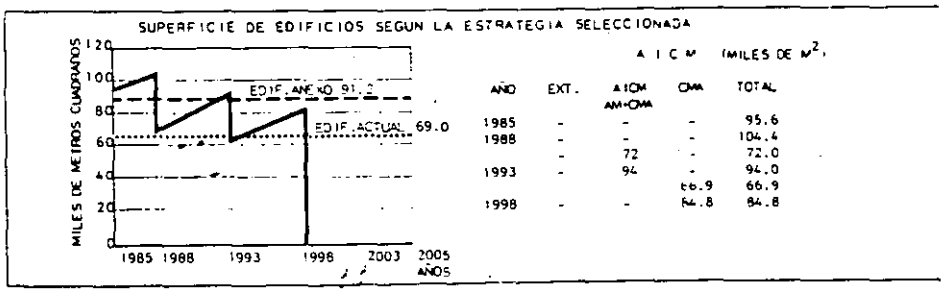
Edificio Terminal

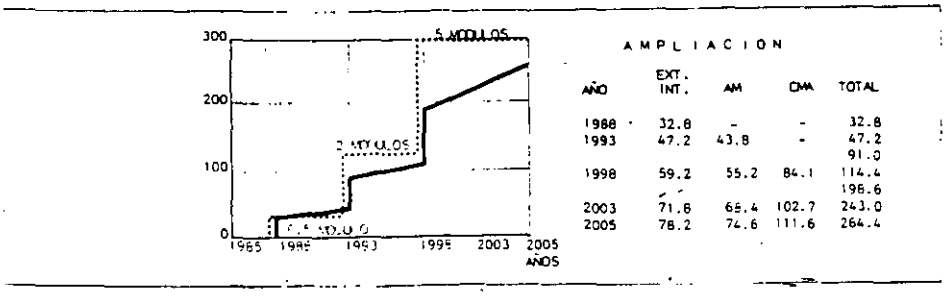
La demanda de pasajeros de la Aviación Comercial en hora crítica se tradujo a superficie de edificio terminal necesaria para manejar dicha demanda. Su cálculo se ha hecho estimando que para cada pasajero en hora crítica son necesarios 14 m². de edificio terminal en el caso de movimiento nacional, y 16 m². en el caso del tránsito internacional: de manera que será necesario contar en la primera etapa con un total de 158,000 m². Como ya se disponen de 70,000 m². sólo se necesitará la construcción de 88,000 m².

Para la segunda etapa será necesario contar en la Ampliación con un edificio para el movimiento de las Compañías Extranjeras con una superficie de alrededor de 60,000 m². además Aeroméxico necesitará de un edificio con una superficie cercana a los 56,000 m². Mexicana de Aviación en esta etapa continuará operando en el AICM, y se verá obligada a utilizar el actual edificio terminal y sus ampliaciones.

Para la tercera etapa y etapas sucesivas se construirán nuevos edificios para Aeroméxico, se ampliará el edificio de las Compañías Extranjeras y se construirán dos módulos para la Compañía Mexicana de Aviación. El desarrollo total permite la construcción de seis módulos, cada uno con una capcidad de alrededor de 10 millones de pasajeros anuales, lo que representa una capacidad total de 60 millones de pasajeros por año.

Cabe mencionar que esta cifra de 60 millones es congruente con la capacidad final del sistema de 4 pistas. Las 600,000 operaciones de aviones comerciales representan en cifras gruesas entre 60 y 70 millones de pasajeros anuales. De esta manera se plantea un sistema con capacidad balanceada entre los diferentes elementos del Aeropuerto.





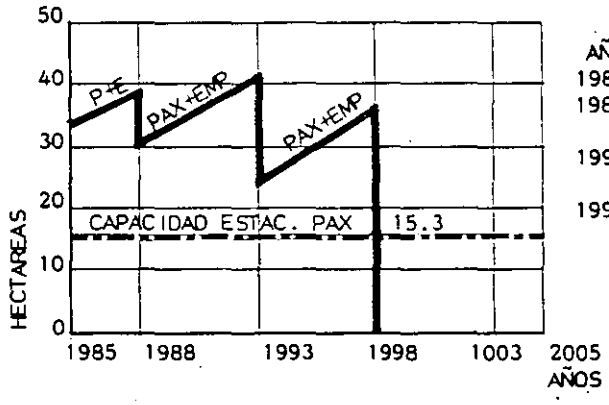
Estacionamiento de Automóviles

En lo que se refiere a los estacionamientos de automóviles en las gráficas aparecen el número de lugares de automóviles necesarios traducidos a hectáreas, considerándolos como estacionamientos de superficie. Para la primera etapa será necesario contar con 36.4 has. de estacionamiento, de las cuales habrá que restar las 15.2 has. de los estacionamientos actuales.

En la segunda etapa, Aeroméxico necesitará contar con alrededor de 14 has.; las Compañías Extranjeras con 11 has., y Mexicana de Aviación necesitará disponer además, de todos los estacionamientos del AICM y contar con 5 has. adicionales.

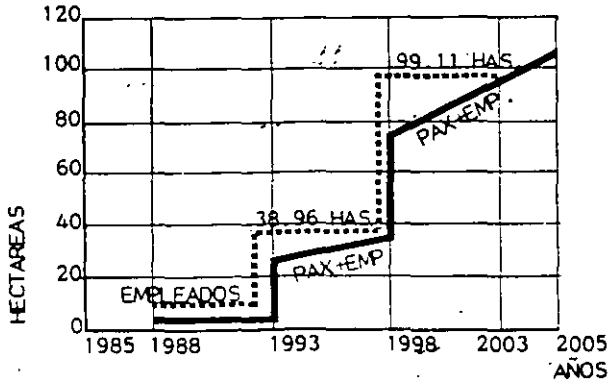
El desarrollo final permite amplias áreas de estacionamiento, no existiendo problema para disponer de la superficie que esta demanda requiere.

NECESIDADES DE ESTACIONAMIENTO PASAJEROS Y EMPLEADOS



A I C M

AÑO	EXT.	AM	CMA	TOTAL
1985	7.19	11.43	15.41	34.07
1988	7.5	12.84	18.46	38.80
				31.30
1993	-	15.79	25.65	41.44
				25.65
1998	-	-	35.89	35.89

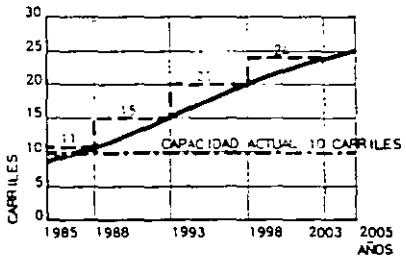


A M P L I A C I O N

AÑO	EXT.	AM	CMA	TOTAL
1985	0.50	-	-	0.50
1988	1.00	-	-	1.00
1993	1.62	-	-	1.62
	12.07	15.8	-	27.87
1998	16.36	22.6	-	38.96
			35.90	74.86
2003	21.47	29.83	47.81	99.11
2005	23.70	33.89	52.81	109.60

Vialidad Exterior

De acuerdo a la concepción del Aeropuerto que se tratará en el capítulo IV, a partir de la segunda etapa será necesario dotar de una vialidad exterior a la Ampliación, con una capacidad inicial de 4 carriles exclusivos para el Aeropuerto, sin embargo esta disponibilidad de carriles deberá de tener capacidad para incrementarse cuando menos al doble, con el fin de aceptar la demanda que se presentará después del año 2003.

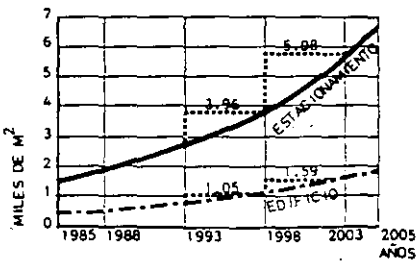


VIALIDAD ENTRADA Y SALIDA

AÑO	DEMANDA COMBINADA	CAPACIDAD ACTUAL
1985	9	10
1988	11	10
1993	15	10
1998	20	10
2003	24	10
2005	25	10

Aviación General

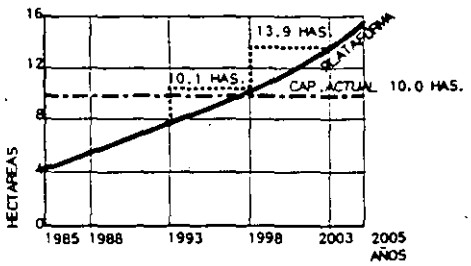
Por otra parte se estima conveniente contar con una pequeña zona de aviación general para la aviación ejecutiva, compatible con un edificio terminal cuya superficie será de alrededor de los 1596 m². hacia el año 2003 con un área de estacionamiento de 6 has, y una plataforma de alrededor de 14.000 m². de superficie.



AVIACION GENERAL

EDIFICIO Y ESTACIONAMIENTO (M^2)

AÑO	EDIFICIO	ESTACIONAMIENTO
1985	420	1575
1988	516	1935
1993	780	2925
1998	1056	3960
2003	1596	5985
2005	1836	6885

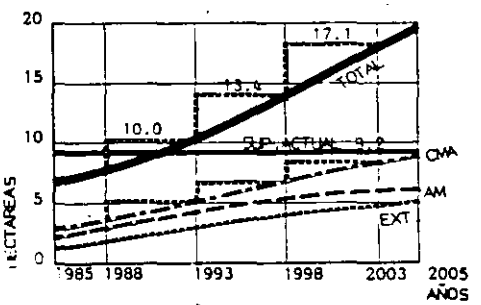


AVIACION GENERAL PLATAFORMA (HECTAREAS)

AÑO	HAS.
1985	4.5
1988	5.4
1993	7.4
1998	10.1
2003	13.9
2005	15.7

Zona de Combustibles

Desde la primera etapa. en la Ampliación será necesario construir una nueva zona de combustibles para la cual deberá disponerse de una superficie de 2.7 has.. para una capacidad de almacenamiento de 3.00 M lts.. para la segunda etapa esta zona de combustibles deberá incrementar su capacidad a 10.3 M lts. de almacenamiento aumentando su superficie a 7.6 ha. Hacia el año 2003 la zona de combustibles necesitará disponer de 17.1has. para una capacidad de almacenamiento de 17.0 M de litros.



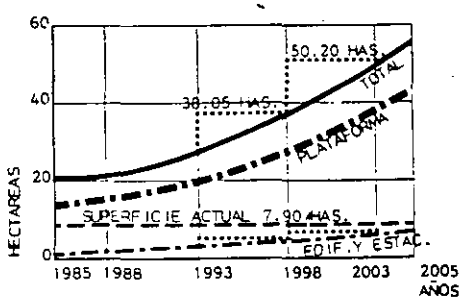
ZONA DE COMBUSTIBLES (HECTAREAS)

AÑO	EXT.	AM	CMA	TOTAL
1985	1.5	2.0	2.5	6.0
1988	1.9	2.4	3.1	7.2
1993	2.7	3.7	4.2	10.0
1998	3.6	4.0	5.7	13.4
2003	4.5	5.2	7.5	17.1
2005	5.0	5.9	8.4	19.0

Bases de Mantenimiento

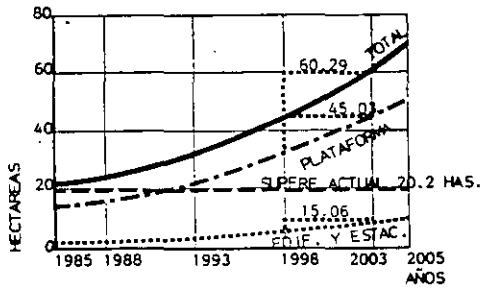
En la segunda etapa será necesaria la construcción de una base de mantenimiento para Aeroméxico dentro de la Ampliación, esta base dispondrá de 5 has. de edificios, 5 has. de estacionamientos de automóviles y 28 has. de Plataforma Hacia el año 2003 será necesario disponer, para la base, de una superficie de 56 has.

Mexicana de Aviación operará con su base en el AICM hasta 1988, ya que a partir de ese año deberá iniciar sus operaciones en la Ampliación, por lo tanto será necesario construir una nueva base en una superficie de 62 has., de las cuales 8 has. serán para edificios y hangares, 46 has. para plataforma y otras 8 has. para estacionamiento de automóviles.



BASE DE MANTENIMIENTO AM (HECTAREAS)

AÑO	EDIF.	ESTAC.	PLATAF.	TOTAL
1985	2.57	2.57	15.44	20.58
1988	2.80	2.80	16.85	22.45
1993	3.25	3.25	19.50	26.00
1998	4.76	4.76	28.53	38.05
2003	6.28	6.28	31.59	50.20
2005	7.03	7.03	42.20	56.26

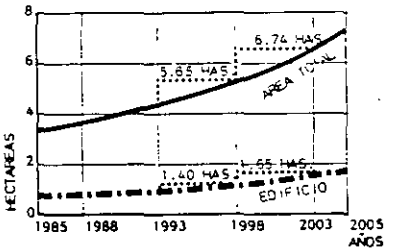


BASE DE MANTENIMIENTO OMA (HECTAREAS)

AÑO	EDIF.	ESTAC.	PLATAFORMA	TOTAL
1985	2.63	2.63	15.89	21.15
1988	3.09	3.09	18.59	24.77
1993	4.05	4.05	24.32	32.42
1998	5.66	5.66	33.96	45.28
2003	7.53	7.53	45.03	60.29
2005	8.50	8.50	50.90	67.90

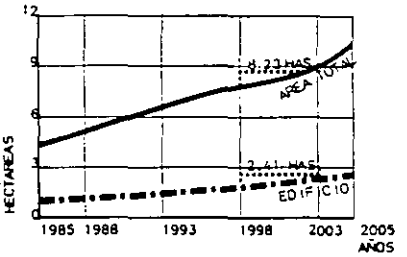
Zona de Carga

Con los datos proporcionados por la demanda y con la superficie actual de las zonas de carga de Aeroméxico, Mexicana y carga internacional, se determinaron las necesidades de cada una de las compañías Nacionales y de toda la carga internacional: de esta manera se obtuvieron las áreas que aparecen en las gráficas, estimándose conveniente que las zonas de carga de las Compañías Nacionales y la Carga Internacional se localicen conjuntamente en la misma zona.



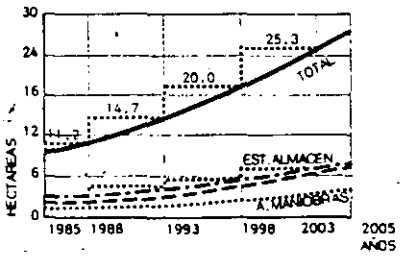
CARGA AM AMPLIACION (HECTAREAS)

AÑO	EDIFICIO	AREA TOTAL
1985	0.82	3.15
1988	0.92	3.70
1993	1.15	4.65
1998	1.40	5.65
2003	1.65	6.74
2005	1.78	7.25



CARGA OMA
AMPLIACION (HECTAREAS)

AÑO	EDIFICIO	AREA TOTAL
1985	1.08	4.28
1988	1.33	5.15
1993	1.50	6.60
1998	2.01	7.96
2003	2.41	8.23
2005	2.60	10.15



CARGA INTERNACIONAL (HECTAREAS)

AÑO	ALMACEN	SUP. PLATAF.	MANIOBRAS	EST.	TOTAL
1985	3.0	2.0	1.8	3.0	9.8
1988	3.4	2.3	2.1	3.4	11.2
1993	4.5	3.0	2.7	4.5	14.7
1998	5.8	5.0	3.4	5.7	20.0
2003	7.0	7.0	7.0	4.3	25.3
2005	8.0	8.0	4.8	8.0	28.8

LOCALIZACION DE LOS ELEMENTOS

Una vez transformada la demanda de servicio aéreo a la magnitud de los elementos que componen el aeropuerto, para que estos puedan proporcionar adecuadamente el servicio, se procedió a determinar la ubicación de cada uno dentro del sitio seleccionado.

Se partió de la ubicación de las pistas, que son el elemento esencial y crítico en este aspecto, por sus requerimientos en cuanto a grandes dimensiones y espacios aéreos que puedan permitir una operación adecuada y segura. En torno a la ubicación de las pistas se procedió posteriormente a definir la localización del resto de los elementos, desde luego considerando un cierto orden de importancia en ellos. Después de las pistas, es el área terminal con sus plataformas, edificios y estacionamientos para automóviles, la que sigue en importancia; posteriormente es el resto de las partes que configuran el aeropuerto.

Se buscó siempre que estos elementos adicionales tuvieran una capacidad congruente con la del sistema de pistas en su fase final de desarrollo, es decir, como ya se mencionó, que si las pistas pueden llegar a manejar 60 o 70 millones de pasajeros por año, estos elementos deberán tener una capacidad similar.

En estas condiciones el horizonte de planeación para el aeropuerto resulta muy amplio, probablemente del órden de unos 30 años al futuro, según las hipótesis de pronósticos.

3.1 Area de Operaciones

Pistas

El sitio seleccionado permite que el desarrollo total del aeropuerto pueda constar de cuatro pistas paralelas, de cuatro mil metros de longitud, con posibilidades de ampliación hasta cinco mil metros.

Para la localización de las pistas se tuvo una estrecha coordinación tanto con la Comisión del Lago de Texcoco, como con SENEAM.

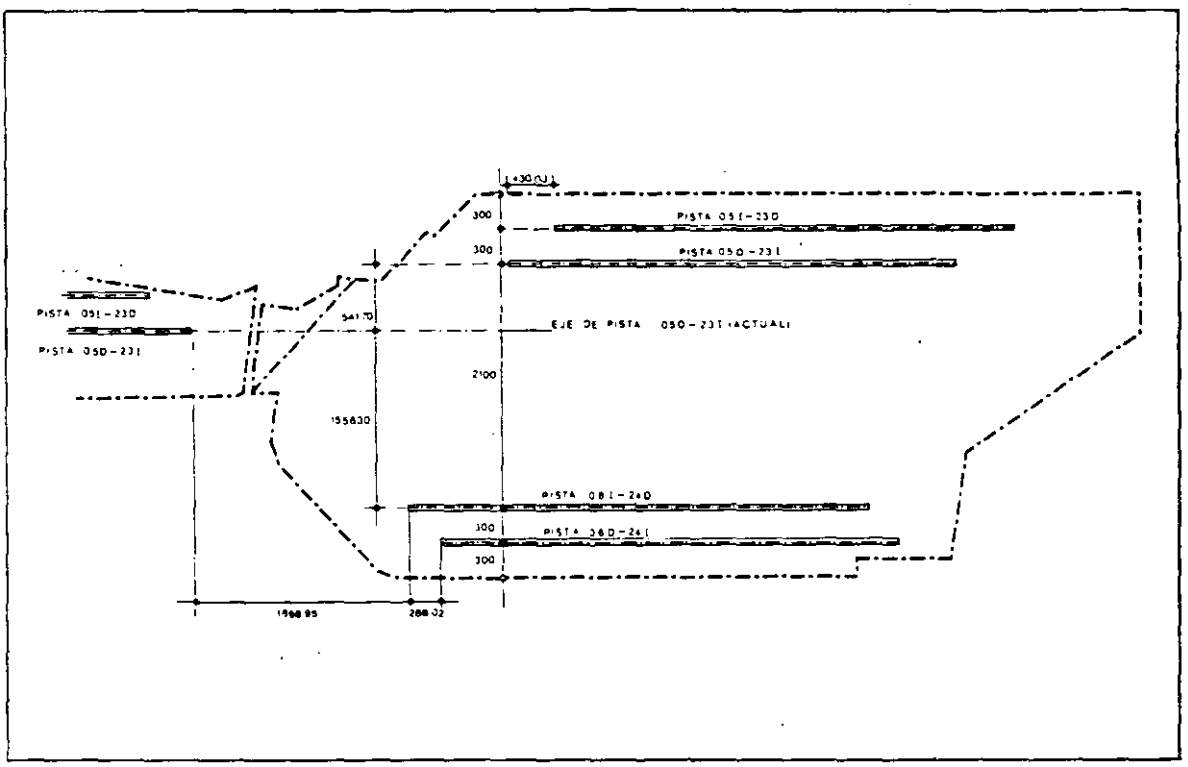
Con la Comisión del Lago de Texcoco se trató de llevar al mínimo las afectaciones a la infraestructura hidráulica que esa Comisión tiene a su cargo en la zona. Se logró evitar afectaciones al ramal derecho del Río Churubusco, al Lago Nabor Carrillo, al Lago Churubusco y casi en su totalidad a la planta de tratamiento de aguas negras. Cabe mencionar sin embargo que otras instalaciones no pudieron librarse de ser afectadas, como son el Lago Recreativo, algunos campamentos, los laboratorios y zonas de experimentación agrícola así como la rama izquierda del Río Churubusco y el Lago de Regulación Horaria. Dentro de estas afectaciones probablemente la de mayor importancia sea la del Dren General del Valle de México, que requiere ser desviado para ubicar el aeropuerto en esta zona.

Por otra parte y además de las limitantes impuestas por la infraestructura de la Comisión del Lago de Texcoco, los procedimientos para operación aérea, coordinados con SENEAM, exigen que el eje de la primera pista con denominación 06I, debe estar a una distancia mínima de 1,525 metros del eje de la actual pista 05D-23I y ser totalmente paralelos entre sí. Esta limitación obedece al objeto de poder afectuar operaciones simultáneas en ambas pistas.

La figura indica la localización definitiva de la nueva pista 06I, a 1,558.30 m. de la 05D-23I. La siguiente pista paralela a la primera puede ser ubicada a 300 metros al este, lo que significa una distancia de 2,184.42 metros al eje de la actual pista 05D. De esta manera queda ubicado el par "SE" de pistas del nuevo desarrollo.

La localización de las otras dos nuevas pistas del sistema, se estableció, considerando una distancia de 2,100 metros entre el eje de la pista 06I y el eje de la nueva pista 05D. El objeto de esta separación, además de considerar la operación simultánea entre pistas internas, es contar con espacio suficiente entre ambas, para desarrollar el área terminal y la zona de servicio, como se mencionó, con capacidad suficiente y congruente a la de las pistas.

La misma gráfica indica los desplazamientos entre las pistas actuales y las proyectadas, así como los desplazamientos entre estas últimas, que obedecen en general a desarrollos urbanos existentes.



Rodajes y salidas de alta velocidad

Para cada uno de ambos sistemas de pistas se consideró un par de rodajes longitudinales y que debido al desfasamiento de las pistas cuentan con más de 4,000 m. de longitud. Asimismo se consideraron para cada módulo de Plataforma, rodajes de conexión entre ésta y los rodajes paralelos.

Para unir ambos sistemaas de pistas, se localizaron dos pares de rodajes que coinciden con los extremos de las pistas interiores, estos rodajes y los paralelos a las pistas limitan la zona del área terminal.

Para cada pista se considerarán además de los rodajes de cabecera, 2 salidas de alta velocidad en cada sentido de operación ubicadas de tal manera que permitan el rápido despeje de la pista de los aviones medianos y de los aviones grandes.

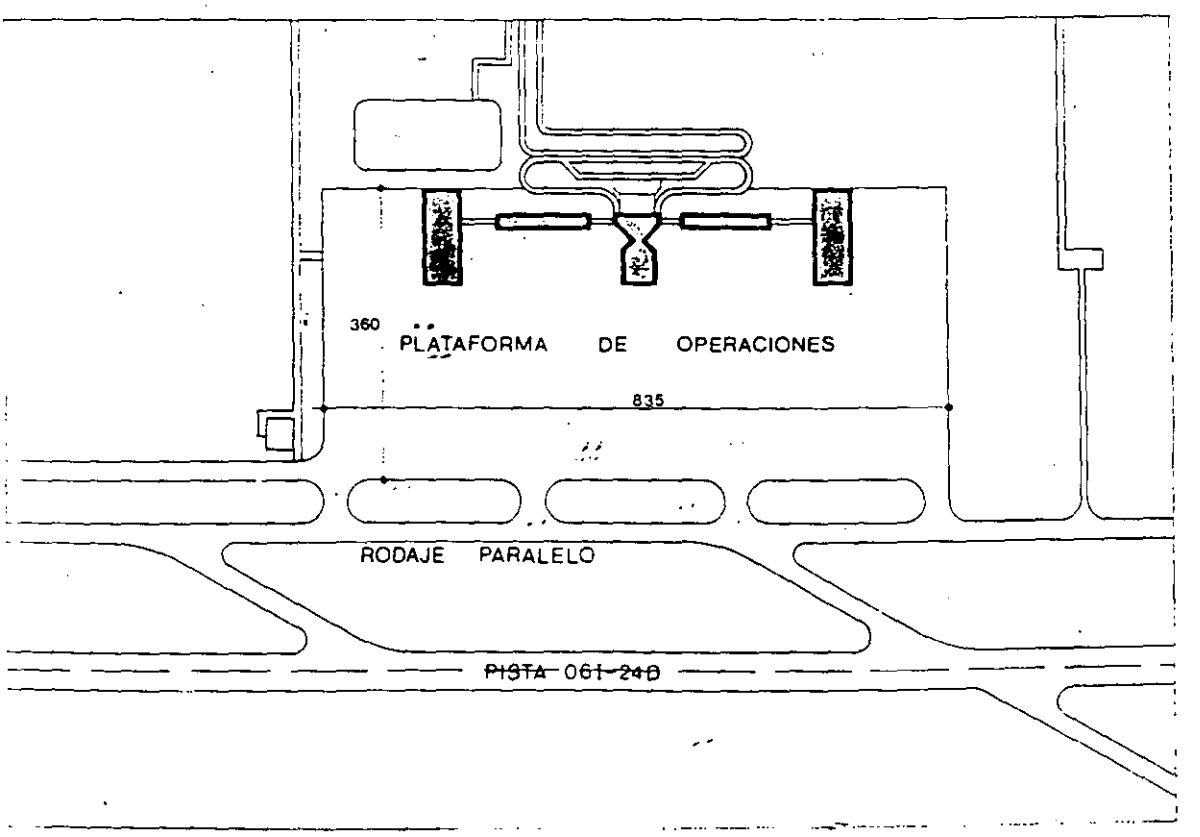
Además se proyectaron rodajes en todas las zonas de servicio que lo ameritan, tales como las zonas de carga, las de mantenimiento, la zona de Aviación General y la Zona Presidencial.

Plataforma de Operaciones

En la zona situada ante los rodajes paralelos a las pistas y los rodajes perpendiculares que unen los sistemas de pistas, se localizaron las plataformas de operaciones. Estas están separadas en módulos y sus dimensiones dependen de la etapa de construcción y del tránsito que vaya a operar en ellas, ya sea de las Compañías Extranjeras o de las Compañías Nacionales. Sin embargo, para cada módulo básicamente se mantienen sus dimensiones generales de 835 m. de longitud y de 360 m. de ancho. Cada módulo puede construirse por etapas, variando el ancho pero no la longitud, que incluye 60 m. adicionales en un extremo para permitir una doble circulación en los extremos de las plataformas; esta doble circulación puede ser común a dos módulos.

El número de posiciones simultáneas de aeronaves que pueden estacionarse en una Plataforma de operaciones de éstas dimensiones, varía entre 25 y 28 dependiendo del tamaño de los aviones. Dentro del área descrita al principio de este párrafo pueden colocarse 6 plataformas lo que da una capacidad de 75 a 84 posiciones para cada sistema de pistas, esta capacidad se encuentra balanceada con la capacidad de operaciones que pueden recibir los pares de pistas cercanas, que es de 60 operaciones por hora en condiciones IFR.

Para la primera etapa se seleccionó la construcción de la Plataforma que estuviese más cercana al Aeropuerto actual, considerando que se construiría en esta etapa la pista 06I. La capacidad de ésta primera plataforma es de 15 posiciones simultáneas de aeronaves incluyendo una gran población de aviones grandes.



3.2 Area Terminal Soluciones Estudiadas

La selección del tipo de área terminal más adecuada para la Ampliación del AICM, fue motivo de un estudio exhaustivo, que tomó en cuenta el incremento de la demanda prevista de pasajeros y sus consecuencias en los principales elementos del área terminal.

De acuerdo con el gran volumen de pasajeros que se puede llegar a manejar en el futuro, previamente al estudio del esquema conceptual para el área terminal, se determinó que cualquier solución resultante deberá ser "Descentralizada" es decir, que se procesará la demanda en una serie de módulos terminales cuya capacidad máxima sea del órden de 8 a 12 millones de pasajeros por año, con lo que se facilita, la división de operadores planteada en el capítulo II, el desarrollo de la solución por etapas y las estrategias de traslado de los operadores a las nuevas instalaciones.

De esta manera se ubicaron 6 módulos terminales entre los dos juegos de pistas, tres al lado de cada una, con los estacionamientos y vialidad al centro.

En cuanto a la selección conceptual, se estudiaron 6 esquemas básicos:

- SISTEMA DE DEDOS
- SISTEMA DE SATELITE LINEAL
- SISTEMA DE SATELITES COMPACTOS.
- SISTEMA DE SATELITE LINEAL CON POSICIONES INMEDIATAS
- SISTEMA LINEAL MODULAR
- SISTEMA MULTIPLE

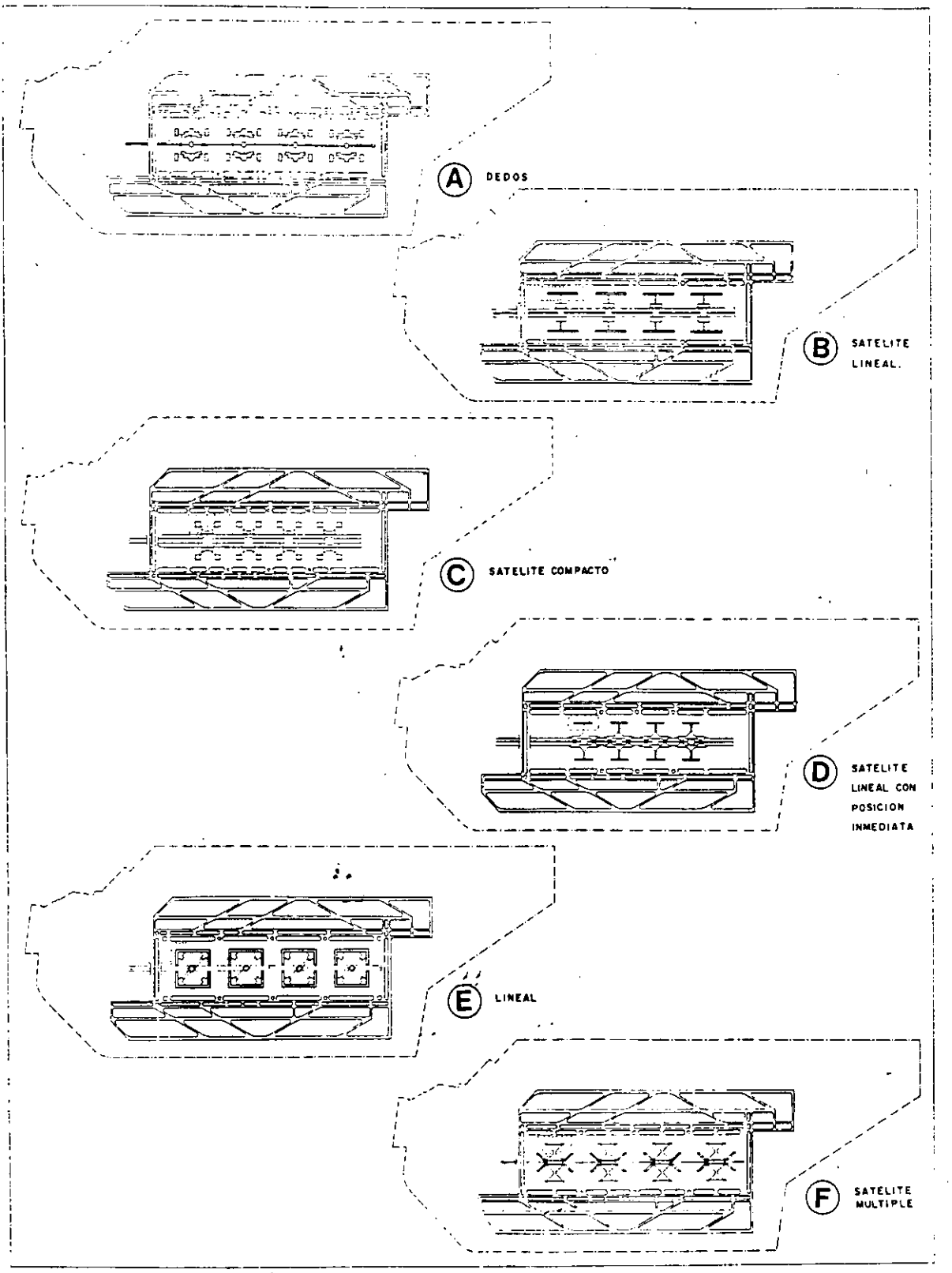
La selección se realizó de acuerdo a los siguientes criterios:

- SUPERFICIE DE PLATAFORMA OCUPADA POR EL ESQUEMA
- FACILIDAD DE CIRCULACION DE AVIONES EN PLATAFORMA.
- DISTANCIA DE RECORRIDO DE PASAJEROS
- CLARIDAD EN FLUJO DE PASAJEROS
- FACILIDAD DE COMUNICACION POR MEDIO DE AEROBUS
- FACILIDAD DE CONVERSION A UNA TERMINAL TRADICIONAL
- FACILIDAD DE DESARROLLO POR ETAPAS
- FACILIDAD DE EXPLOTACION COMERCIAL
- FACILIDAD DE CIRCULACION Y ESTACIONAMIENTO DE AUTOMOVILES EN ETAPAS FUTURAS

De este análisis resultó seleccionado un concepto que es una mezcla entre dedo y satélite y que permite un menor recorrido a los pasajeros, por ser igual para todas las posiciones que se encuentran en los satélites extremos, además este esquema cumple ampliamente con todos los criterios antes enunciados.

Una decisión importante en el desarrollo del área terminal fue la determinación del número de niveles del edificio terminal de pasajeros: los estudios concluyen que, de acuerdo con la magnitud del tránsito, la solución óptima necesitará dos niveles para el manejo de los pasajeros, el superior destinado a las salidas y el inferior a las llegadas.

Esquemas Estudiados



CONCEPTO ANALIZADO	1 SUPERFICIE PLATAFORMA	2 FACILIDAD RODAJE EN PLATAFORMA	3 UTILIZACION RODAJES	4 SUPERACION RODAJES DE PLATAFORMA	5 ACEPTABILIDAD A VUELOS AEROMEXICO	6 RECORRIDO DE PASAJEROS			7 CLARIDAD EN FLUJOS PASAJEROS
	Calculada para 28 posiciones (en hectáreas)	Giros para llegar a posición	Porcentaje de rodajes a dos posiciones	Mejor utilización terreno lado ciudad	Uso alterno de posiciones (Nacionales e Internacionales)	Porcentaje de posiciones metros sin sistema mecanizado			Facilidad [illegible] ridos salidas y llegadas
		OPTIMA-50% 5 más posiciones con un grio BUENA-más del 50% de la suma de posiciones con uno y dos grios NORMAL- con otras caracteristicas	OPTIMA-95 al 100% de rodajes abastecen a las posiciones opuestas colineales BUENO-75 al 95 % NORMAL-50 al 75%	(no se condiseró crujia de terminal) OPTIMO-permite mayor aprovechamiento del terreno NORMAL-solución común		OPTIMO-hasta 150 m. BUENO-hasta 349 m ALTO-más de 350 m			CLARO-imposibilidad DE [illegible] CACION Todas las salidas [illegible] el mismo edificio MEDIO-se presentan 2 ó 3 alternativas en flujo de salida COMPLEJO-se requieren [illegible] ciones
						% DE POSICIONES			
						150 M	350 M	+350 M	
A. DEDOS	18.8	BUENA 14% c/1 86% c/2	NORMAL 71% de posiciones	NORMAL 365 mts.	CUMPLE	15	57	28	MEDIO
B. SATELITE LINEAL	19.9	BUENA 43% c/1 14% c/2 43% c/3	NORMAL 60% de posiciones	NORMAL 350 mts.	CUMPLE	0	60	40	CLARO
C. SATELITES COMPACTOS	17.4	BUENA 28% c/1 36% c/2 36% c/3	BUENO 85% de posiciones	NORMAL 375 M	CUMPLE	0	78	22	MEDIO
D. SATELITE LINEAL C/POSICIONES INMEDIATAS	17.6	NORMAL 36% c/1 14% c/2 50% c/3	OPTIMO 100% de posiciones	NORMAL 355 M	CUMPLE	34	32	34	MEDIO
E. LINEAL MODULAR	17.2	OPTIMA 50% c/1 50% c/2	NORMAL 50% de posiciones	OPTIMO 162 M	CUMPLE	100	0	0	Complejo [illegible] sicional [illegible]
F. MULTIPLE	15.4	BUENA 36% c/1 64% c/2	OPTIMO 100% de posiciones	NORMAL 345 M	CUMPLE	23	77	0	MEDIO

8 REVISION DE BANQUETAS MECANICAS	9 FACILIDAD COMUNICACION AERGBUS	10 FACILIDAD COMUNICACION F. C. LIGERO	11 ACOPLAMIENTO TERMINAL TRADICIONAL	12 FACILIDAD DESARROLLO ETAPAS	13 FACILIDAD EXPLOTACION COMERCIAL	14 INCREMENTO AREA POR USO ALTERNO S.U.E.S.	15 FACILIDADES A PAX EN CONEXION
Longitud por instalar y ventajas a obtener	Premisa a cumplir	Premisa a cumplir	Premisa cumplir	Consideración de pronósticos de desarrollo	Aprovechamiento comercial de instalaciones	Previsión de SUES para vuelos nacionales e internacionales	Conveniencia de su previsión
Se indican las longitudes a instalar en un nivel y como se reducirían las distancias máximas	OPTIMA-no se interfiere con futuras construcciones de F.C. Ligas o terminal tradicional BUENA-Interferencia con esas construcciones	OPTIMA- no se interfieren con la construcción de la terminal tradicional BUENA-interferencia tradicional		OPTIMA-Crecimiento armonico de plataforma y edificios BUENO-se presenta desequilibrio en aprovechamiento de plataformas	ALTO-Centros de afluencia general en contacto directo con vestíbulas y SUES	ALTO-Alto incremento en construcción de SUES por solución dispersa MEDIO-Existen dos situaciones Alta y Baja BAJO-se pueden formar nucleos de espera comunes	OPTIMA-en el mismo edificio se hace la conexión recorridos menores a 500 m. BUENA-igual pero con recorridos mayores. En otro edificio sin pasar por la terminal NORMAL-Se necesita transitar por la terminal
Con 460 mts. instalados 265 mts. de recorrido	BUENA	BUENA	CUMPLE	BUENA	MEDIA	ALTA	BUENA
Con 134 mts. instalados 338 mts. de recorrido	BUENA	BUENA	CUMPLE	BUENA	MEDIA	ALTA	OPTIMA
Con 180 mts. instalados 280 mts. de recorrido	BUENA	BUENA	CUMPLE	BUENA	ALTA	BAJO	NORMAL
Con 120 mts. instalados 250 mts. de recorrido	BUENA	BUENA	CUMPLE	BUENA	MEDIA	MEDIO	NORMAL
No requiere	OPTIMA	BUENA	CUMPLE	OPTIMA	MEDIA	ALTA	BUENA
No requiere	BUENA	BUENA	CUMPLE	BUENA	ALTA	BAJO	NORMAL

3.3 Otros Elementos

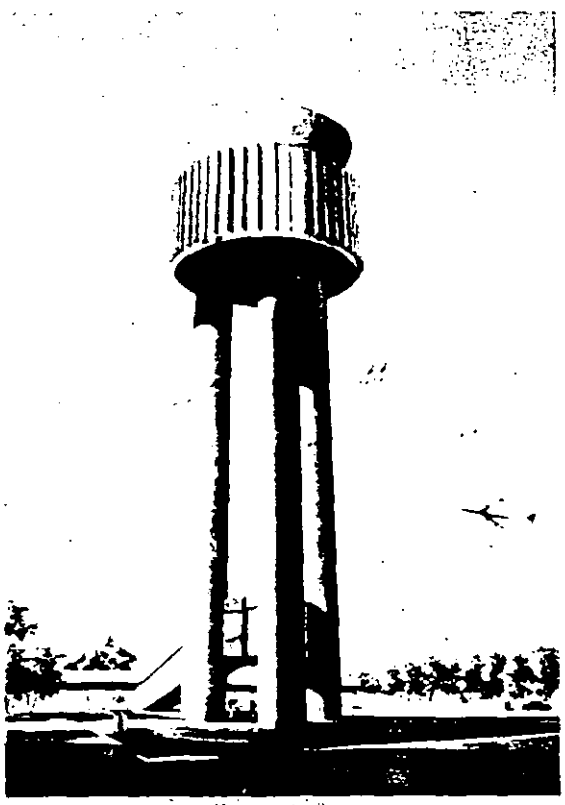
Torre de Control

El estudio para la ubicación de la Torre de Control consideró la visibilidad hacia las 8 cabeceras, hacia las plataformas de operaciones y hacia las áreas de servicio. La localización más conveniente se encontró en el cruce de las diagonales que unen las cabeceras extremas de las pistas exteriores.

Para este estudio se estableció contacto estrecho con SENEAM.

Zona de Combustibles

Para la localización de esta zona, se tomó en cuenta la cercanía con las fuentes de abastecimiento, a fin de reducir en las primeras etapas la longitud de las tuberías de conducción de combustibles desde la actual zona de combustibles del AICM, así mismo se consideraron los siguientes criterios: distancia a la plataforma de operaciones, distancia a las pistas y rodajes, y su accesibilidad terrestre. También fue estimada la magnitud de las instalaciones de esta zona en el desarrollo total.



Terminales de Carga Nacional e Internacional

La localización de esta zona debe tener en cuenta un acceso fácil por parte del público que acude a recoger o a enviar carga, y una buena comunicación con las pistas y con las plataformas. Después de estudiarse diferentes posibilidades se consideró como la más adecuada la que se encuentra en el extremo suroeste del Aeropuerto.

Zona de Mantenimiento de las Compañías Nacionales

Su emplazamiento dependió de factores tales como la cercanía a los módulos asignados a cada Compañía, así como de una fácil conexión al sistema de pistas y la disponibilidad de una vialidad de acceso para sus trabajadores.

CREI

Se han determinado 3 lugares para la construcción del CREI, dos terrenos y uno acuático. En la localización del CREI terrestre, se consideró el acceso rápido a cualquier lugar del área de operaciones, para tal efecto se localizó un CREI para cada sistema de pistas.

Como las pistas 06 se encuentran cercanas al Lago Nabor Carrillo, se hace necesario contar con instalaciones para un

CREI acuático ya que las trayectorias de los aviones pasan sobre el mismo.

Zona de Aviación General

La Aviación General se localizo en la superficie que queda libre en el espacio interior entre pistas. Se consideró que sólo operaría la Aviación General ejecutiva, colocándose la plataforma y el edificio terminal frente al sistema de pistas 06, y la zona de hangares frente al sistema de pistas 0 5, ambas zonas de aviación general están conectadas por los rodajes transversales y por rodajes de aceso.

Zona Presidencial

La Zona Presidencial se situó frente al sistema de pistas 05, ya que esta zona se construiría en la Ampliación en la tercera etapa, con un acceso rápido a la vialidad interior del Aerpuerto.

Zona Hotelera y Comercial

Esta se localizó a la entrada del Aeropuerto con el fin de facilitar el acceso a los pasajeros y al personal del Aeropuerto.

Plataforma de Siniestros

Las plataformas de Siniestros son dos, y se encuentran localizadas a una distancia perpendicular de 500 m. de las pistas interiores de cada sistema de pistas con el fin de no inutilizarlas en caso de un siniestro.

Vialidad Interior

El esquema de la vialidad seleccionada tiene como objetivo unir a todos los elementos del aeropuerto en una forma sencilla, evitando recorridos complicados. El eje de esta vialidad es la via de acceso central la cual se comunica con el Periférico. Existe además la vialidad de servicio cuyo acceso es controlado y que une por el interior todas las áreas de servicio.

3.4 Vialidad de Acceso

Considerando que un elemento muy importante para un aeropuerto es su vialidad de acceso: y con el objeto de que este nuevo Aeropuerto cuente con la mejor vialidad, la DGA estableció contacto con las autoridades del Departamento del Distrito Federal y en conjunto, se determinaron sus principales caracteristicas.

Esta vialidad consiste básicamente en el ramal Oriente y Norte del Periférico, cuyo trazo pasa entre el aeropuerto actual y el nuevo aeropuerto. Esta via conectaría al aeropuerto con el Centro y el Sur de la Ciudad, donde se localizan las mayores zonas generadoras de usuarios.

Se tiene además una amplia serie de vias complementarias: por el norte se prevén accesos como son el eje 4 norte y la Via Tapo. El Circuito Interior podrá comunicarse con el Periférico por medio de la Avenida Oceania y por una posible vialidad que a largo plazo utilizaría una de las pistas actuales para conectar el Boulevard Aeropuerto con el Periférico. Por el sur la conexión con Viaducto y prolongación del Rio Churubusco hasta Periférico, permitirá distribuir la demanda de esa parte de la Ciudad.

Es importante mencionar que gran parte de estas vías se encuentran en estado de proyecto y que la coordinación establecida con las autoridades del Departamento del Distrito Federal, ha sido muy oportuna, puesto que ha permitido tomar en cuenta las necesidades del Aeropuerto. De esta manera se han tomado ya algunas providencias, no sólo en lo que corresponde a proyecto, sino también en algunas de las obras que se encuentran en ejecución, como el entronque Calzada de Zaragoza y Viaducto.

La capacidad de estas nuevas vialidades permitirá un acceso sencillo y rápido a las nuevas instalaciones, con un horizonte de planeación común.

CAPITULO 4

DESARROLLO CONCEPTUAL DEL AEROPUERTO

Plan Maestro.

En los capítulos anteriores se ha determinado la magnitud y la localización de los elementos con que cuenta la Ampliación del Aeropuerto, en este capítulo se integra toda esta información a fin de llegar a estructurar el Plan maestro que gobernará el desarrollo de la Ampliación del Aeropuerto.

En la búsqueda de un desarrollo racional para la Ampliación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, se han debido tomar en cuenta tres condiciones de las cuales depende su concepción. Estas condiciones son: La máxima utilización de las instalaciones existentes del Aeropuerto actual, máxima limitación a las inversiones y que esta Ampliación del Aeropuerto en su desarrollo final substituya las instalaciones del Aeropuerto actual.

En lo que se refiere al área de operaciones, las nuevas instalaciones deben sin lugar a duda, constituirse en la Ampliación del Aeropuerto, ya que sólo en ese lugar existe la posibilidad de construir nuevas pistas y nuevas plataformas. Sin embargo, en relación con el Area Terminal se presentan diferentes opciones de desarrollo, tanto en la zona actual como en la Ampliación.

En cuanto al Area Terminal, con el objeto de limitar las inversiones, se propuso una superficie mínima para nuevos edificios, aprovechando al máximo los existentes; además se debió considerar que en la actualidad se carece de vialidad para llegar a la zona de la Ampliación y que su construcción no ha sido contemplada por el momento en los planes de vialidad del Departamento del Distrito Federal.

El costo de construcción de esta vialidad es extremadamente alto, por lo que ha sido necesario diferirla, ya que la Primera Etapa de desarrollo está fuertemente presionada por otros costos no imputables directamente al Aeropuerto, como son los correspondientes a las modificaciones de ciertas obras hidráulicas, de la Comisión del Lago de Texcoco. Sin embargo, se espera que, para cuando se ponga en operación la Segunda Etapa en 1993, esta vialidad ya esté en funcionamiento y por ella se pueda dar acceso a las nuevas instalaciones.

Con estas consideraciones se analizaron dos opciones básicas de desarrollo:

1º Construir instalaciones en el área terminal actual para la tramitación total de los pasajeros y su traslado mediante vehículos especiales hasta una nueva plataforma de operaciones ubicada en la zona de la Ampliación. Los pasajeros de salida, para abordar su avión descenderían del vehículo al pié del mismo. Para las llegadas se tendría el proceso inverso y en esta forma la alternativa constituye prácticamente una solución de plataforma remota.

2º Dividir el proceso de los pasajeros en salida y llegada. Los de salida documentarían en nuevas edificaciones construidas en la proximidad de la terminal actual, para después trasladarlos por medio de vehículos especiales a las salas de última espera ubicadas en las nuevas plataformas de operaciones de la zona de Ampliación.

Las de llegadas seguirían el proceso inverso, para recoger su equipaje en las nuevas edificaciones del área actual.

Esta segunda opción, presenta la ventaja de proporcionar un mejor nivel de servicio a los pasajeros, ya que éstos esperarían cómodamente en las salas y abordarían los aviones por medio de pasillos telescópicos. Con esto se evitaría el bajo nivel de servicio

ofrecido por la primera opción con las incomodidades que ello implica.

Por estas razones y dada la solución de edificio actual se determinó que en la primera etapa de desarrollo del Aeropuerto y su Ampliación se construyese un edificio anexo al citado con carácter provisional, en el cual el pasajero pasaría los trámites de documentación, de pago de DUA, de Migración de salida y llegada y la entrega de equipaje.

En la ampliación se pasará la revisión de seguridad y se contará con salas de última espera con pasillos telescópicos para el abordaje de los aviones.

El traslado de los pasajeros entre el Edificio Anexo y las salas de última espera se hará, en la primera etapa, por medio de autobuses de diseño especial, que transitarían por un camino confinado y exclusivo para el servicio de este tipo de vehículos. Los otros servicios necesarios para la interconexión de la terminal se harán por un camino paralelo al anterior. A esta solución se le ha llamado solución no convencional, ya que en las nuevas instalaciones sólo se cuenta con una parte de los servicios del área terminal, sin acceso directo a la Ciudad para los pasajeros.

Esta solución no convencional incluye modalidades poco usuales en el transporte de pasajeros, equipajes, mercancías, etc., por lo que prevalece solamente en la primera etapa de desarrollo de la Ampliación.

Los estudios que la Dirección General de Aeropuertos llevó a cabo, sugieren que cuando las condiciones sean favorables, la Ampliación se continúe desarrollando de modo tradicional.

En lo que se refiere al área de operaciones, la concepción del Aeropuerto considera en la primera etapa, una pista de 4,000 m. de longitud con los rodajes necesarios para unirla con la plataforma del estacionamiento de aeronaves y con el área de operaciones del actual Aeropuerto.

Se ha previsto que a partir de la segunda etapa se desarrolle un aeropuerto del tipo tradicional o convencional, por lo tanto será necesario contar con acceso desde la Ciudad y por supuesto construir instalaciones completas en el área terminal de la Ampliación.

En su desarrollo final, este proyecto contará con cuatro pistas paralelas, existiendo el espacio suficiente para alojar seis módulos terminales con capacidad para 25 posiciones simultáneas de aeronaves cada uno.

Además se tendría espacio suficiente para alojar en la Ampliación, todos los elementos necesarios con que debe contar un Aeropuerto, de modo que en el futuro en esta área pueda instalarse completamente el Aeropuerto de la Ciudad de México, liberando la valiosa área del Aeropuerto actual para los diversos usos que con fines ecológicos tanto demanda la Ciudad de México.

4.1 Elementos que se Requieren en la Primera Etapa (1988-1993)

Durante la primera etapa, Aeroméxico y Mexicana continuarán operando en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y sólo el movimiento Internacional operará en la Ampliación.

Zona Aeronáutica

Se requiere la construcción de una pista paralela a las actuales 05 del AICM, de 4000 m. de longitud, con una anchura de 45 m. y acotamientos de 7.50 m. a ambos lados. Esta pista estará localizada a 1.558 m. al Este del eje de la pista 05D-23I actual y su denominación será 06I-24D.

Se dispondrá de un rodaje paralelo a todo lo largo de la pista, de 23 metros de ancho y 4 salidas de alta velocidad, localizadas de tal manera que permitan el desalojo de las aeronaves de la pista a una velocidad de 90km/hr., para los tipos más frecuentes de aviones que utilizan este Aeropuerto.

Se necesitará además un sistema de rodajes que comunique a la pista y a los rodajes paralelos con la nueva plataforma de operaciones, ésta tendrá capacidad para alojar 15 posiciones simultáneas de aeronaves y sus dimensiones serán de 774 metros de longitud por 187 metros de ancho, con posibilidades de expansión para una segunda etapa.

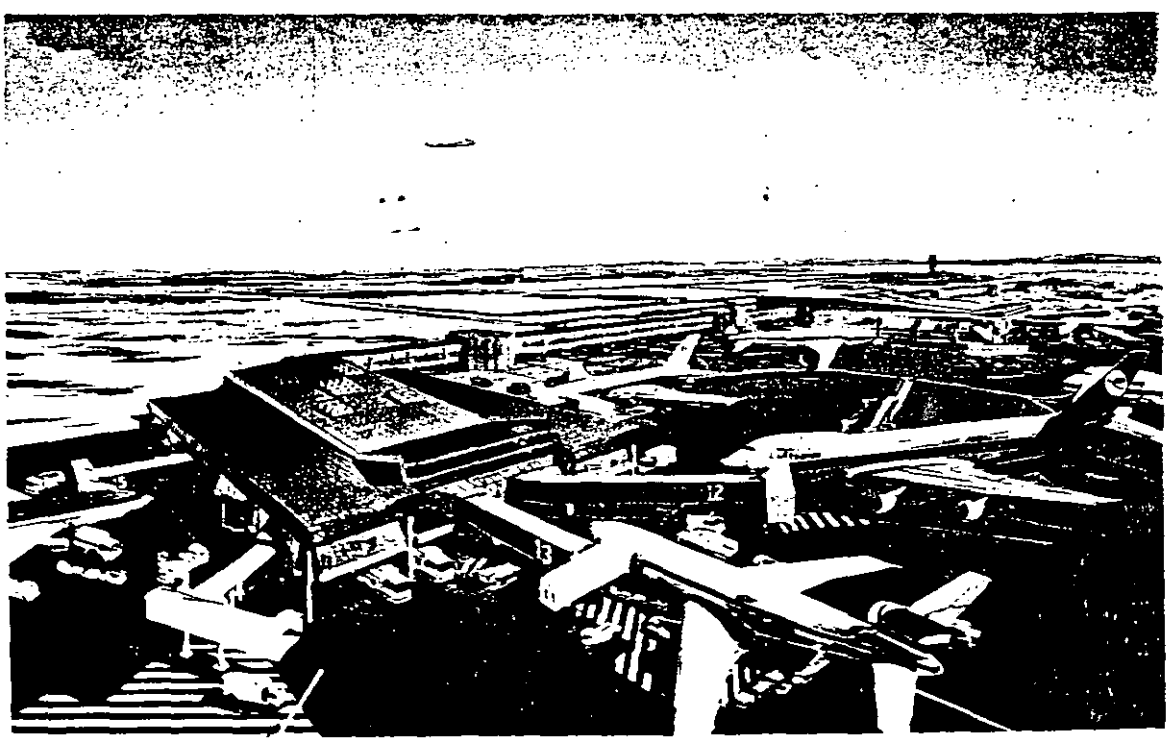
Con objeto de unir las áreas de operaciones de A.I.C.M., y su Ampliación se construirá un rodaje de interconexión con una longitud aproximada de 2.3 km.

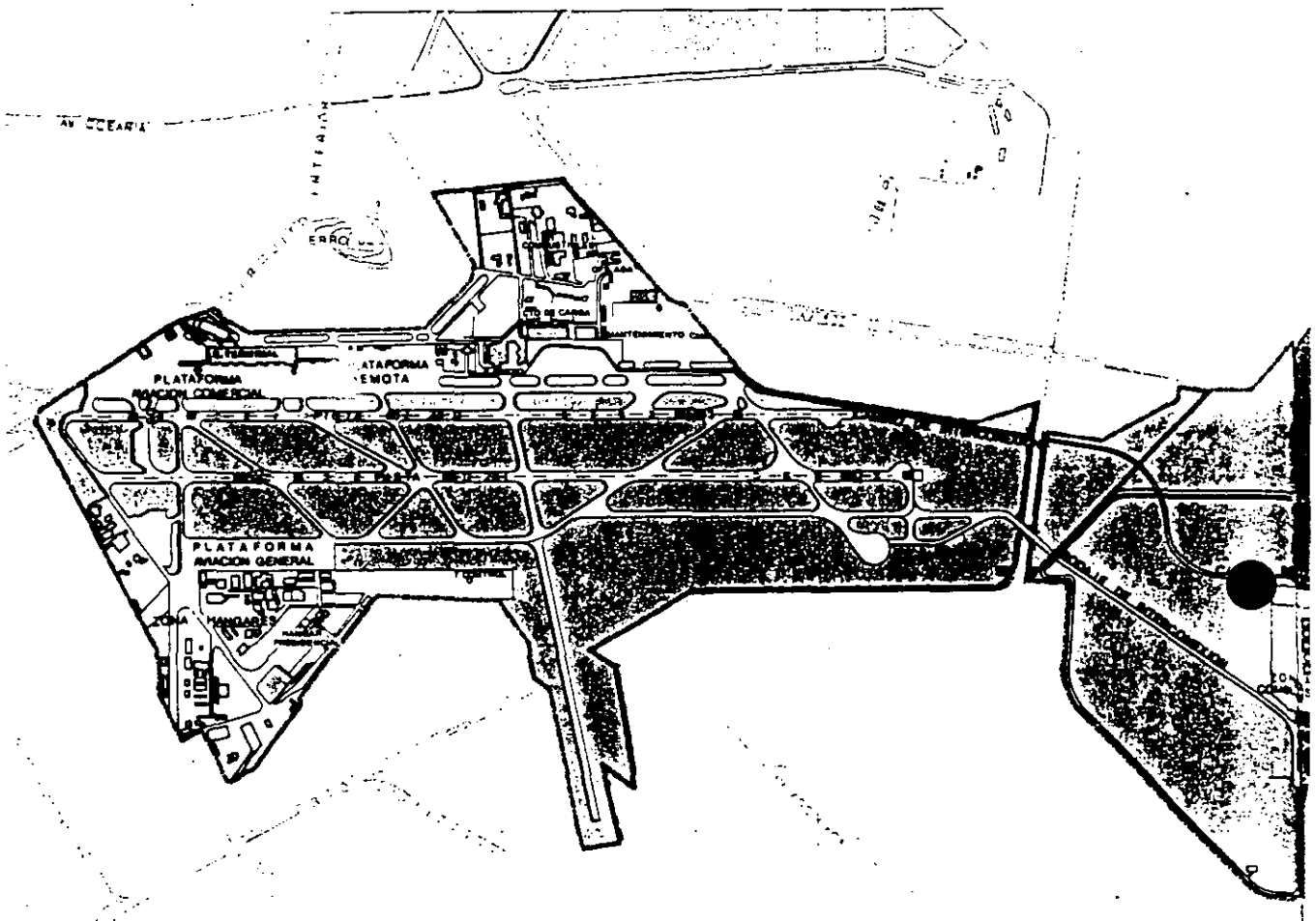
Area Terminal

Durante la primera etapa el área terminal estará dividida entre el actual Aeropuerto y la Ampliación. En el actual, se construirá un

edificio anexo de 22,184 m², en el cual se procesará todo el movimiento internacional de las Compañías Extranjeras y de las dos nacionales. En este edificio anexo se realizarán los trámites de documentación del pasajero migración de salida y recepción de equipaje, para después abordar el autobús que los lleve a las nuevas construcciones en la Ampliación; además se verificarán los trámites de migración de llegada, pago de derecho de uso de aeropuerto, Sanidad, Revisión Aduanal y entrega de equipaje. Por último en este edificio existirán algunas concesiones: los módulos bancarios, restaurantes, renta de coches y otras.

En la zona de la Ampliación se construirán 15 salas de última espera, número que ha sido definido en función de la demanda de aviones simultáneamente estacionados y estarán agrupadas en 3 módulos de 5 salas cada uno.

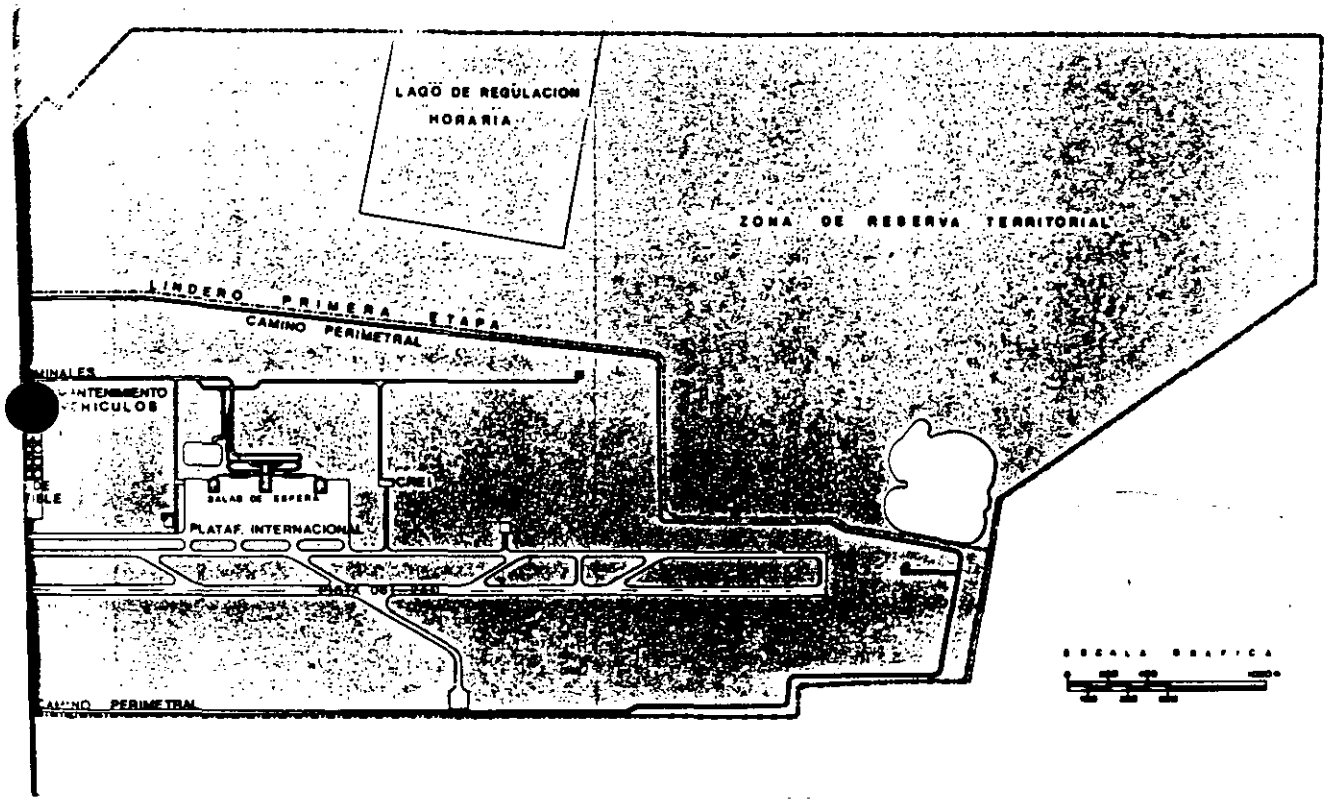




AEROPUERTO

SIMBOLOGIA

- LINDERO DEL AEROPUERTO
- VIALIDAD
- AREAS DE ESTACIONAMIENTO
- AREAS OPERACIONALES



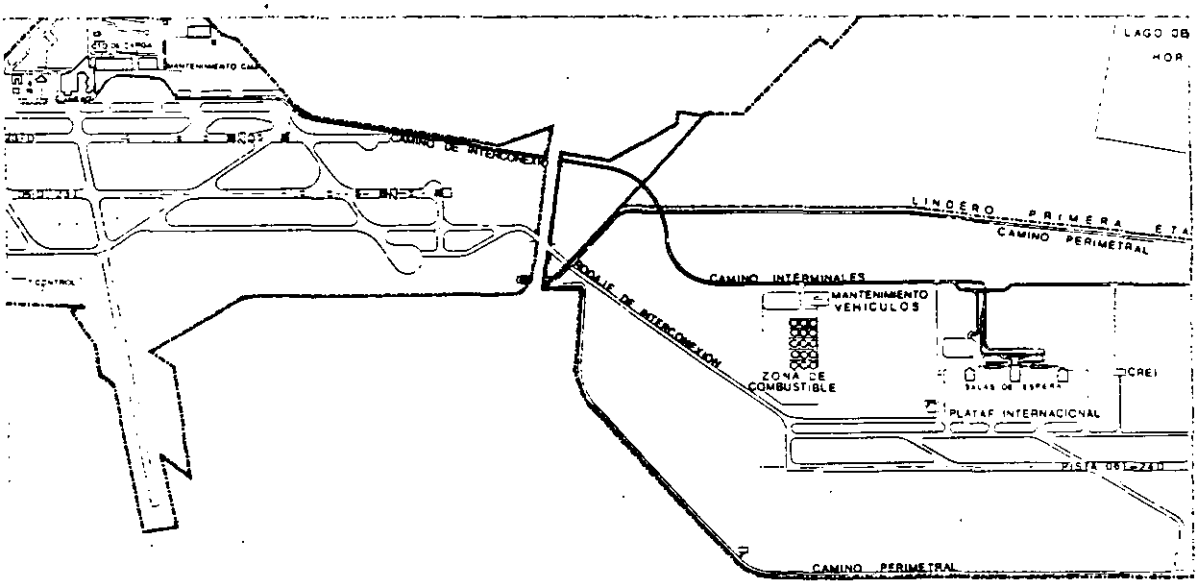
INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PRIMERA ETAPA

Con objeto de transportar los pasajeros desde el Edificio Anexo a las salas de última espera, será necesaria la construcción de un camino interterminales con una longitud aproximada de 6.24 km. para unir estas dos partes del área terminal.

Cabe señalar que este camino contará con una sección de 4 carriles, 2 para el servicio exclusivo del tránsito de pasajeros y 2 para los servicios del aeropuerto. Además se dispondrá de un acceso controlado desde la Vía Tapo, que será utilizado por ciertos servicios como el comisariato y el servicio de refacciones, así como por los empleados que trabajen en la Ampliación.

El Edificio Anexo contará además con un estacionamiento de superficie para automóviles de los empleados, y con una nueva vialidad interior que proporcione un acceso fácil desde el exterior.



Areas de Apoyo

La Ampliación del Aeropuerto contará además con una torre de control y un edificio de servicios localizados en el centro geométrico del proyecto.

Además se dispondrá:

— Primera etapa de una nueva Zona de Combustibles cuya capacidad estará acorde a la demanda de combustible generada por las operaciones anuales que se presenten en la Ampliación.

— Un nuevo Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios, ubicado de tal manera que permita un rápido acceso a cualquier parte del área de operaciones o del área terminal. Este cuerpo dispondrá además de una parte anfibia que estará sobre los bordos del Lago Nabor Carrillo, y que se utilizará para prestar ayuda necesaria en caso de que ocurra algún accidente en este lago.

— Un Taller de Mantenimiento para los vehículos de pasajeros.

— Zona de Estacionamiento para empleados.

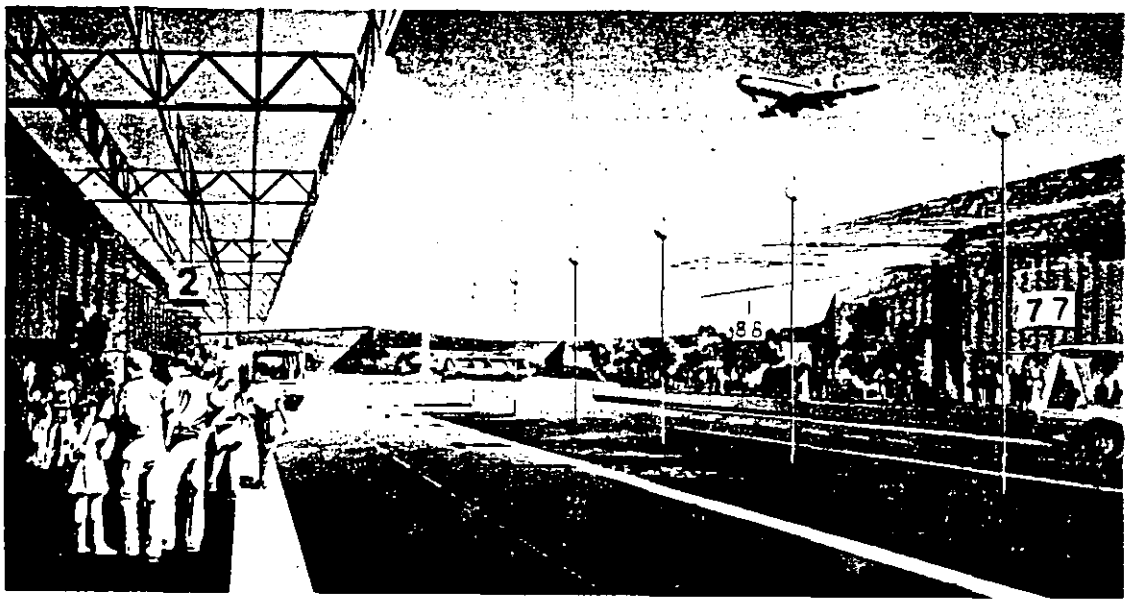
— Plataforma de Siniestros localizados a 500 m. de la nueva pista. Para llegar a esta plataforma se utilizará el trazo de una futura salida de alta velocidad.

El área disponible para esta primera etapa es de 927 hectáreas.

4.2 Elementos que se Requieren en la Segunda Etapa (1993-1998)

Durante esta etapa, la Ampliación del Aeropuerto se habrá iniciado como una solución tradicional. Con este fin será necesario proporcionar un acceso directo a las nuevas instalaciones desde la Ciudad. En esta etapa operará en la Ampliación toda la demanda de las Compañías Extranjeras y de Aeroméxico.

Las ampliaciones y elementos con que se contará, será los siguientes:



Área de Operaciones

En esta área se proponen la construcción de:

Una nueva pista 06D-24I de 4.000 m. de longitud por 45 m. de ancho. Esta pista aunque no es justificable plenamente por la demanda ya que sólo ayudaría a resolver problemas ligeros al final de la primera etapa lo es por otros factores:

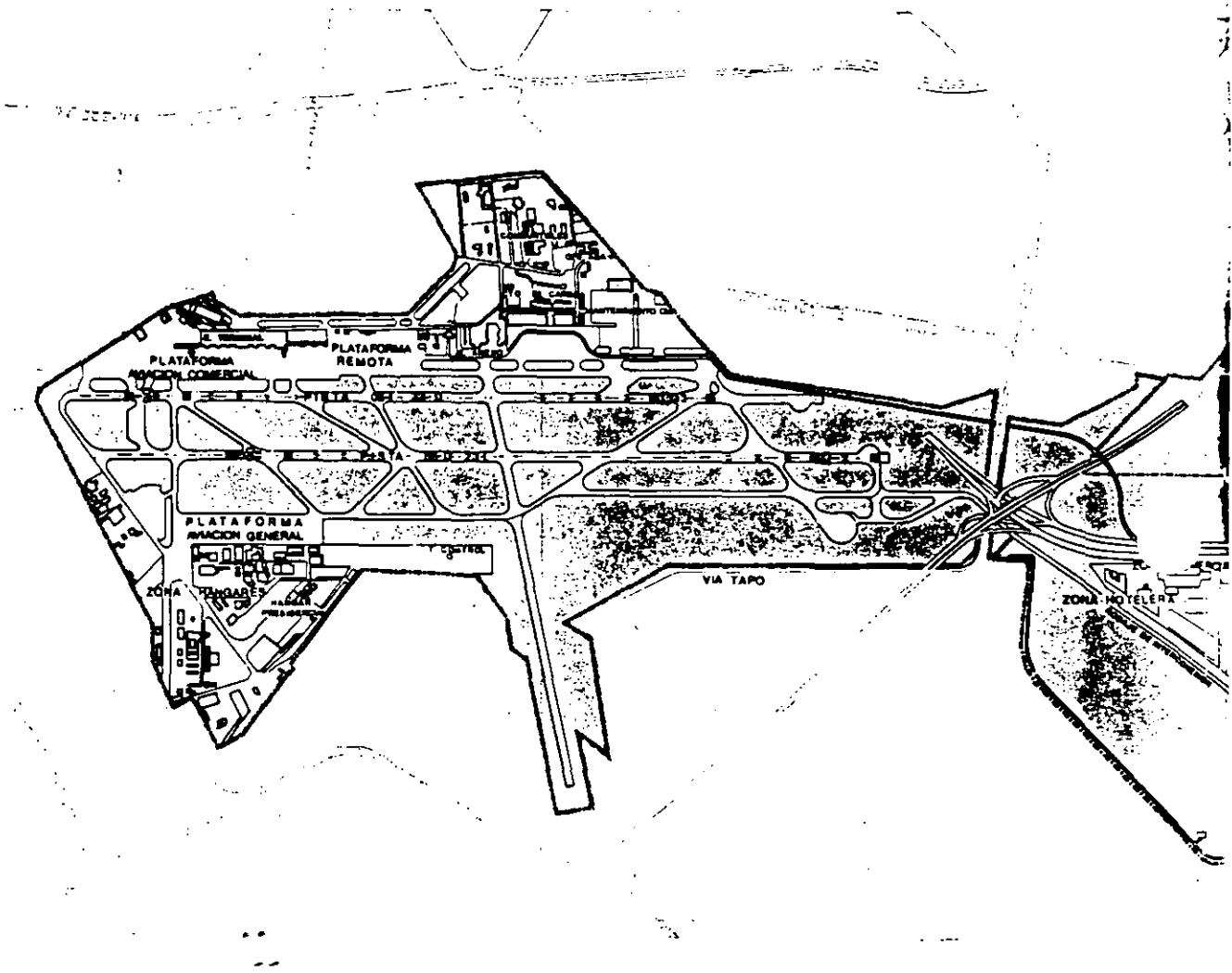
a) La necesidad de efectuar reparaciones en la primera pista 06I. Ya que estas obras mantendrán cerrada la pista durante un tiempo debiéndose disponer para el servicio de otra pista paralela. Se estima que después de 5 años de utilización de la pista original, ésta comenzará a necesitar mantenimiento;

b) El riesgo de que por un accidente se cierre una pista durante algún tiempo. En este caso será necesario contar con otra pista para continuar con las operaciones en la Ampliación.

c) Por último, durante la reparación de las actuales pistas 05 del AICM, será necesario contar con una capacidad adicional en el conjunto aeroportuario.

Además en esta etapa se requiere:

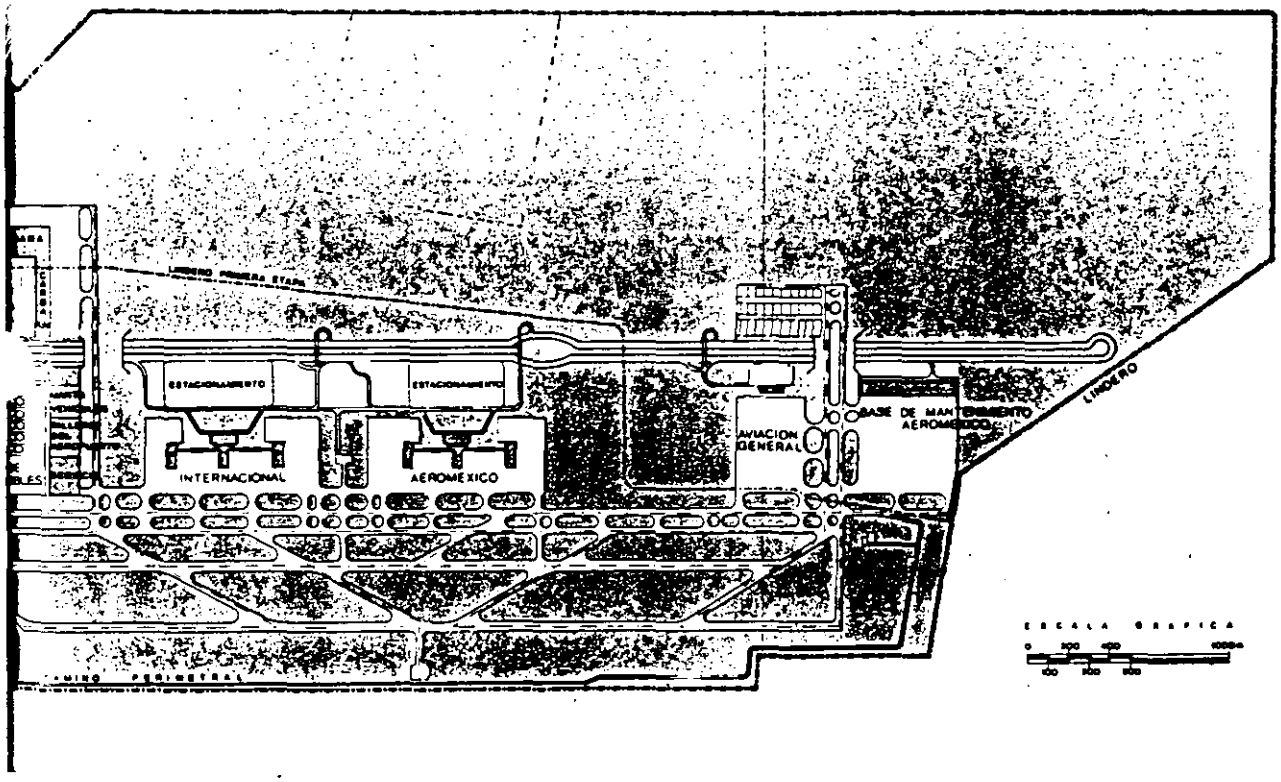
— Un sistema de salidas de alta velocidad y la construcción de nuevos rodajes paralelos.



S I M B O L O G I A

- LINDERO DEL AEROPUERTO
- VIALIDAD
- AREAS DE ESTACIONAMIENTO
- AREAS OPERACIONALES ACTUAL
- EDIFICIOS
- AREAS OPERACIONALES DE PROYECTO
- AREAS DE SERVICIO

AEROPUERTO



INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

SEGUNDA ETAPA

— La ampliación de la capacidad de la plataforma para el tránsito internacional a fin de que pueda ser capaz de satisfacer el crecimiento de la demanda.

— Construcción de una nueva plataforma con capacidad para el tránsito generado por la Compañía Aeroméxico, calculada en base a 28 posiciones simultáneas de aeronaves, conforme a la hipótesis de proyección.

— Construcción de una plataforma para aviación general de 350 m. por 450 m., con una capacidad para 365 avionetas. La aviación general que operará en este Aeropuerto será la compatible, ya que se juzga conveniente que la mayor parte de la aviación general opere en otros Aeropuertos con características propias y adaptados para este tipo de movimiento.

Area Terminal

La transformación del Aeropuerto de no convencional a tradicional hace necesaria la construcción de:

— El complemento de las salas de espera, construidas en primera etapa, para desarrollar totalmente un edificio tradicional, con todos los servicios para el proceso completo de los pasajeros originados por el movimiento internacional.

— Un módulo terminal completo para el manejo de los pasajeros de la Compañía Aeroméxico.

— Estacionamiento de automóviles para los dos módulos, disponiéndose ya de la superficie necesaria.

— Un Edificio Terminal y un estacionamiento de automóviles para la aviación general.

Area de Apoyo

Para la segunda etapa será necesaria:

— La Ampliación de la Zona de Combustibles construida en la primera etapa.

— La construcción de una zona hotelera y comercial en la cual se instalarán centros comerciales y hoteles.

Zona de Carga

La construcción de una zona de carga será muy necesaria en esta etapa, ya que en la Ampliación del Aeropuerto se manejará la mayoría de la carga internacional y toda la carga de la Compañía Aeroméxico.

La zona se encuentra localizada próxima al acceso del Aeropuerto, ya que ésta es un área de fácil acceso que permite un recorrido corto a los usuarios desde el ingreso del Aeropuerto.

Con objeto de comunicar esta zona con las pistas se estima conveniente la construcción de uno de los rodajes que une al sistema de pistas 06 con las futuras 05.

Base de Mantenimiento

— El hecho de que en esta etapa la Compañía Aeroméxico opere en la zona de la Ampliación, hará necesario la construcción de una primera etapa de la base de mantenimiento de esta Compañía. La superficie de la Base en esta etapa será de 38 ha., se incluyen Hangares y Edificios, estacionamiento de automóviles y Plataforma de Mantenimiento.

Vialidad

Será necesario ampliar la vialidad de la primera etapa substancialmente, por el cam-

bio en las terminales a su forma tradicional, para que sea capaz de movilizar el tránsito de la zona y de unir además a todos los elementos del Aeropuerto.

Area del Aeropuerto

La superficie del Aeropuerto será la misma de la primera etapa.

4.3 Desarrollo Final

El desarrollo total del Aeropuerto en sus etapas finales incluye:

— La construcción de otras 2 pistas paralelas próximas entre sí, localizadas a 2,100 y 2,400 metros al Noreste del eje de la primera pista 06I. Las nuevas pistas tendrán también 4,000 metros de longitud, sin embargo existe el terreno necesario para prolongarlas a 5,000 metros.

— Los rodajes necesarios para este nuevo sistema de pistas cercanas y de los rodajes de unión con el primer par de pistas. Se deberá construir los rodajes para unir los nuevos elementos que se adicionen a los de la primera etapa o a las ampliaciones que éstos necesiten.

— El área disponible para la Ampliación del Aeropuerto donde se puedan desarrollar 4 módulos de área terminal, adicionales a los dos que se construirán en la primera etapa. El total de pasajeros mensuales manejado por cada módulo es de alrededor de diez a doce millones, por lo tanto la capacidad final del Aeropuerto será del órden de los sesenta a setenta millones de pasajeros anuales.

— Una nueva base de mantenimiento para Mexicana de Aviación, contemplada en el desarrollo total, con una superficie de 68 hectáreas.

— Nueva zona de carga adicional que se utilizará para manejar toda la carga del Aeropuerto.

— Nueva Zona Presidencial.

— Nuevo Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios.

— Una nueva plataforma de siniestros.

— La vialidades internas y externas necesarias.

Cabe insistir en que a partir de la segunda etapa será necesaria la construcción de nuevas vías de acceso con la Ciudad, siendo la principal el ramal del Periférico que pasa entre el AICM y la Ampliación, con sus vías adicionales descritas con anterioridad en el capítulo 3.

Asimismo, en estas etapas se podrán desocupar los terrenos del actual Aeropuerto en beneficio de la Ciudad.

4.4 Volúmenes por conceptos

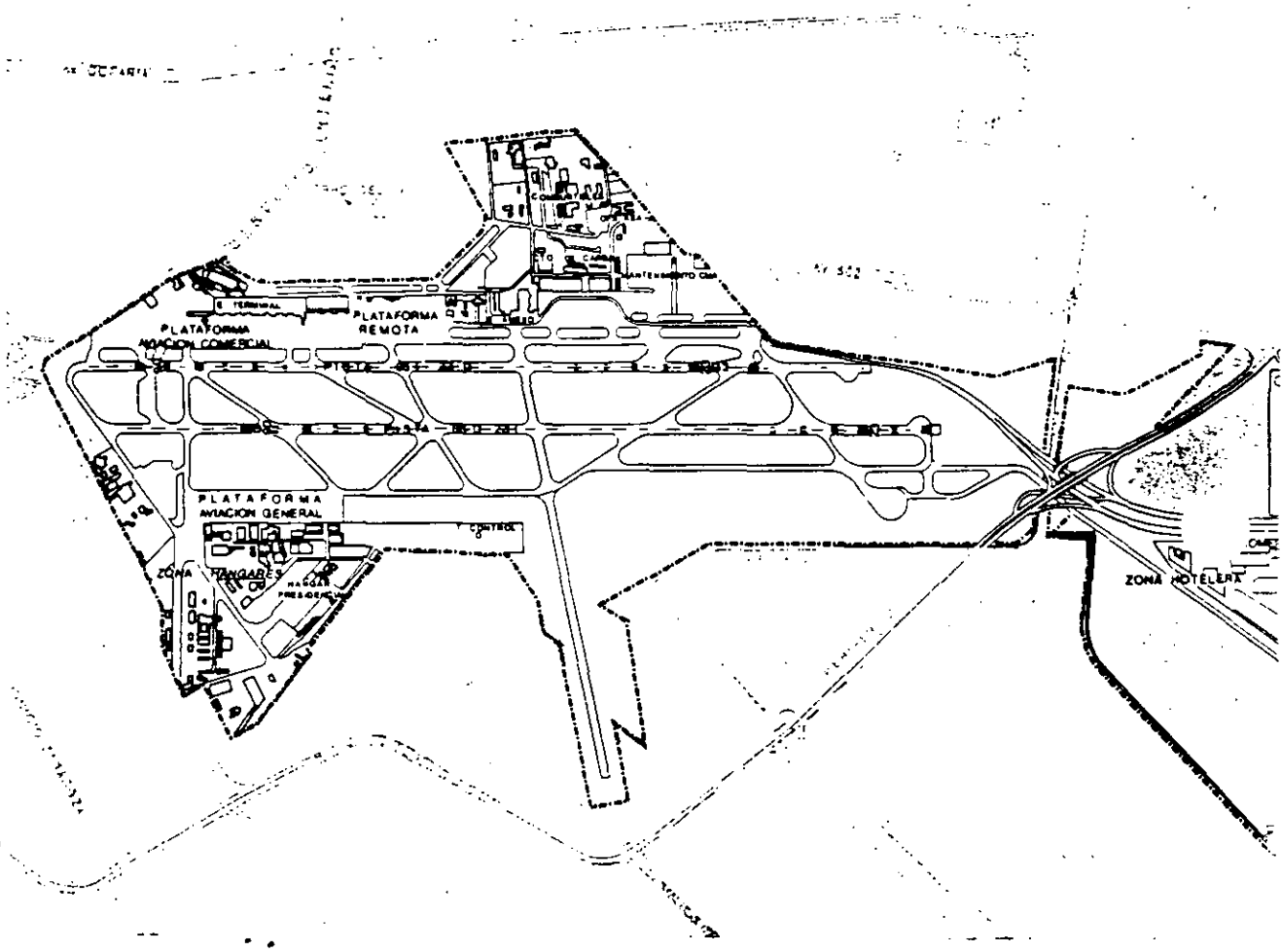
A continuación se indican en detalle los diferentes conceptos que incluye el proyecto en sus diferentes etapas y los volúmenes correspondientes, para fines de poder calcular fácilmente el costo actualizado del proyecto. Para el efecto se tiene la tabla que figura a continuación en donde se indican estos conceptos y su volumen correspondiente.

CONCEPTO	UNIDAD	PRIMERA ETAPA 1988-1993 CAMBIO DE TRANSITO INTERNACIONAL	SEGUNDA ETAPA 1993-1998 CAMBIO DE AEROMEXICO	TERCERA ETAPA 1998-2003 CAMBIO DE MEXICANA
OBRAS PRELIMINARES Y DE LA C. L. T.				
- Cercado Perimetral	Km.	17.2	9.1	-
- Bordo de Protección	Km.	17.2	9.1	-
- Caminos para la Construcción	Km.	28.5	5.0	29.0
C. L. T.				
- Desviación Dren General	Km.	12.0	-	-
- Rectificación Río Churubusco	Km.	6.6	-	-
- Nuevo Lago de Regulación Horaria "Chimalhuacan"	M^3	5.3	-	-
- Rectificación Dren Xochiaca.	Km.	7.7	-	-
- Estructuras de control del Lago "Chimalhuacan"	LOTE	1.0	-	-
- Ampliación del Dren Gral. en tramo que no se desvía.	Km.	8.0	-	-
- Puentes diversos	UNIDAD	5.0	-	-

CONCEPTO	UNIDAD	PRIMERA ETAPA 1988-1993 CAMBIO DE TRANSITO INTERNACIONAL	SEGUNDA ETAPA 1993-1998 CAMBIO DE AEROMEXICO	TERCERA ETAPA 1998-2003 CAMBIO DE MEXICANA
- Relleno del Lago de Regulación Horaria.	M^3	3.0	-	-
- Lago Recreativo	M^3	625,000	-	-
AREA DE OPERACIONES				
- Pistas	M^2	180,000	180,000	360,000
- Rodajes	M^2	227,826	258,327	502,736
- Rodaje de interconexión.	M^2	60,605	-	-
- Plataforma Comercial	M^2	144,660	212,351	879,429
- Plataformas de Carga	M^2	-	37,000	58,000
- Plataforma de Aviación General	M^2	-	136,300	-
- Plataforma Presidencial	M^2	-	-	66,700
- Area de Plataforma AM	ha.	-	26.8	42.2
Mantenimiento CMA	ha.	-	-	51.0
- Zona de Combustibles	M l.	2.1	6.6	22.1
- Zona Hangares de Av. General	ha.	-	15.0	-
- Zona para talleres del Aeropuerto.	ha.	2.4	-	-
- Plataforma de Siniestro	M^2	7,000	-	7,000
- Drenaje				
Colectores	Km.	12.0	1.0	12.6
Canales	Km.	25.2	2.0	26.4
Estructuras de control y carcamos	UNIDAD	3.0	-	3.0

CONCEPTO	UNIDAD	PRIMERA ETAPA 1988-1993 CAMBIO DE TRANSITO INTERNACIONAL	SEGUNDA ETAPA 1993-1998 CAMBIO DE AEROMEXICO	TERCERA ETAPA 1998-2003 CAMBIO DE MEXICANA
- Camino Perimetral	Km.	17.2	9.13	-
- Ayudas Visuales	LOTE	1.0	1.0	2.0
- Ayudas Electrónicas	LOTE	1.0	1.0	2.0
AREA TERMINAL:				
- Edificios Terminales	M^2	31,740	98,140	259,760
- Estacionamiento automóviles.	M^2	-	230,000	483,000
- Zona de Edificaciones de Carga Internacional	M^2	-	80,000	-
- Zona de Edificaciones de carga Nacional	M^2	-	23,000	80,000
- Vialidad de Acceso	Km.	-	3.0	-
- Vehículos de Transportación Inter-aeropuertos.	UNIDAD	25	-	-
- Vialidad Interna	Km.	7.0	23.0	23.0
- Talleres de Vehículos de Intercomunicación	M^2	6,420	-	-
- Entronque de Vialidad externa con el Periferico.	M	600.00	-	-
- Edificios de servicios	M^2	3,232	-	-
- Bases de Mantenimiento de Compañías	M^2	-	194,000	309,000
- Torre de Control	LOTE	1	-	-
- C. R. E. I.	M^2	2,100	-	2,100
Plataforma	M^2	6,650	-	6,650
Estacionamiento	M^2	1,400	-	1,400

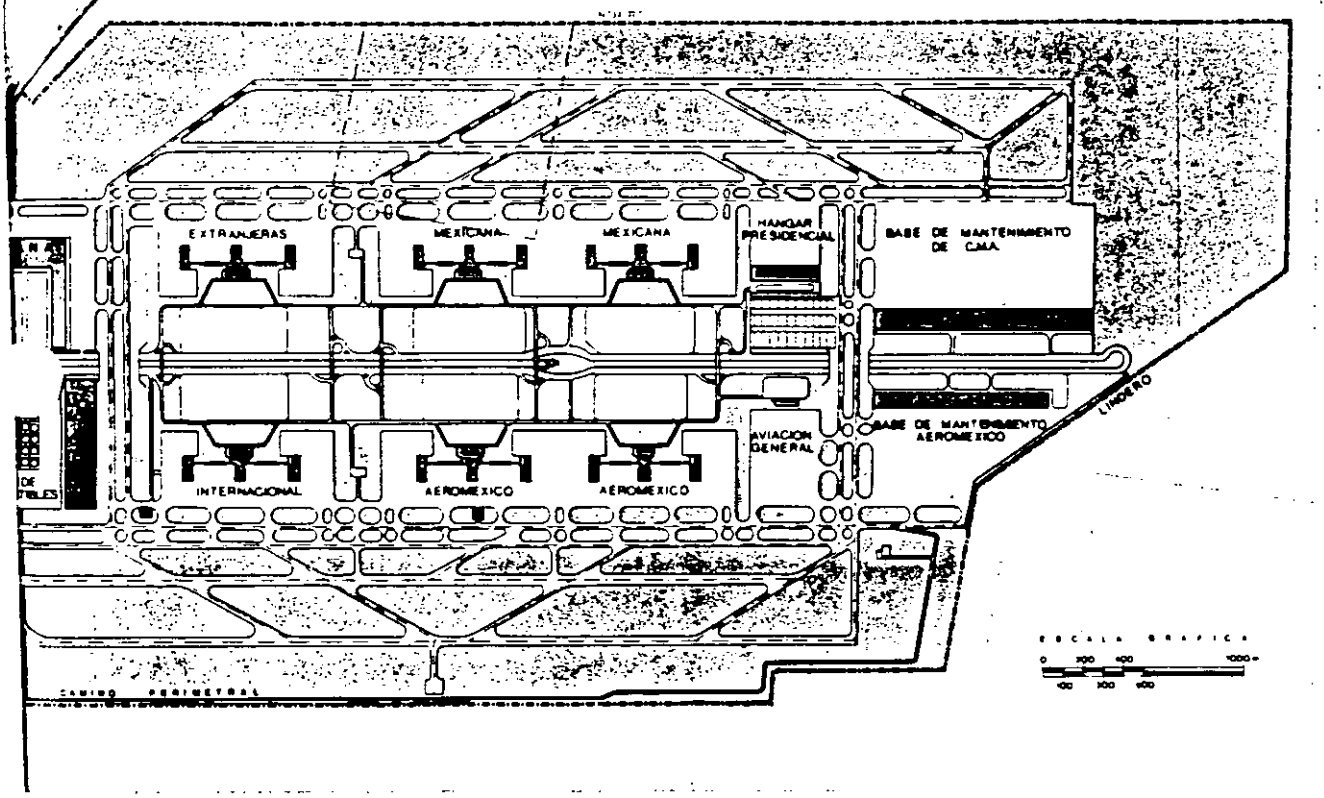
CONCEPTO	UNIDAD	PRIMERA ETAPA 1988-1993 CAMBIO DE TRANSITO INTERNACIONAL	SEGUNDA ETAPA 1993-1998 CAMBIO DE AEROMEXICO	TERCERA ETAPA 1998-2003 CAMBIO DE MEXICANA
- Suministro de agua Potable.	LOTE	1	1	1
- Zona Hotelera y Comercial	ha.	-	10.0	10.0
- Acometidas Eléctricas y Ramales	LOTE	1	1	1
- Acometidas de Teléfonos y Ramales	LOTE	1	1	1
- Afectaciones adicionales.	ha.	177	-	-
- Estacionamiento Vehículos				
1.- Automóviles de Renta.	M^2	8,400	15,900	39,300
2.- Automóviles Oficiales.	M^2	2,100	3,450	8,550
3.- Vehículos de empleados.	M^2	31,362	51,630	127,000
- Camino Interterminales	Km.	5.0	-	-
AREA DE OPERACIONES:				
- Camino Interterminales				
Tramo deprimido	Km.	380	-	-
Tramo de superficie	Km.	3,300	-	-
- Paso a desnivel con la Vía Tapo del Camino Interterminales	M	150.0	-	-
AREA TERMINAL:				
- Edificio anexo	M^2	23,511	-	-
- Modificaciones a la Vialidad interna del AICM	Km.	1.5		



S I M B O L O G I A

- LINDERO DEL AEROPUERTO
- VIALIDAD
- AREAS DE ESTACIONAMIENTO
- AREAS OPERACIONALES
- EDIFICIOS
- AREAS DE SERVICIO

AEROPUERT



INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PLAN MAESTRO

CAPITULO

5 INTEGRACION CON LA CIUDAD

La integración de un Aeropuerto con la Ciudad, es decir con la comunidad a la que pretende servir, es tarea fundamental de la planeación para lograr una operación correcta y un nivel de servicio racional.

A continuación se señalan los diferentes aspectos que han sido tomados en cuenta en el presente proyecto.

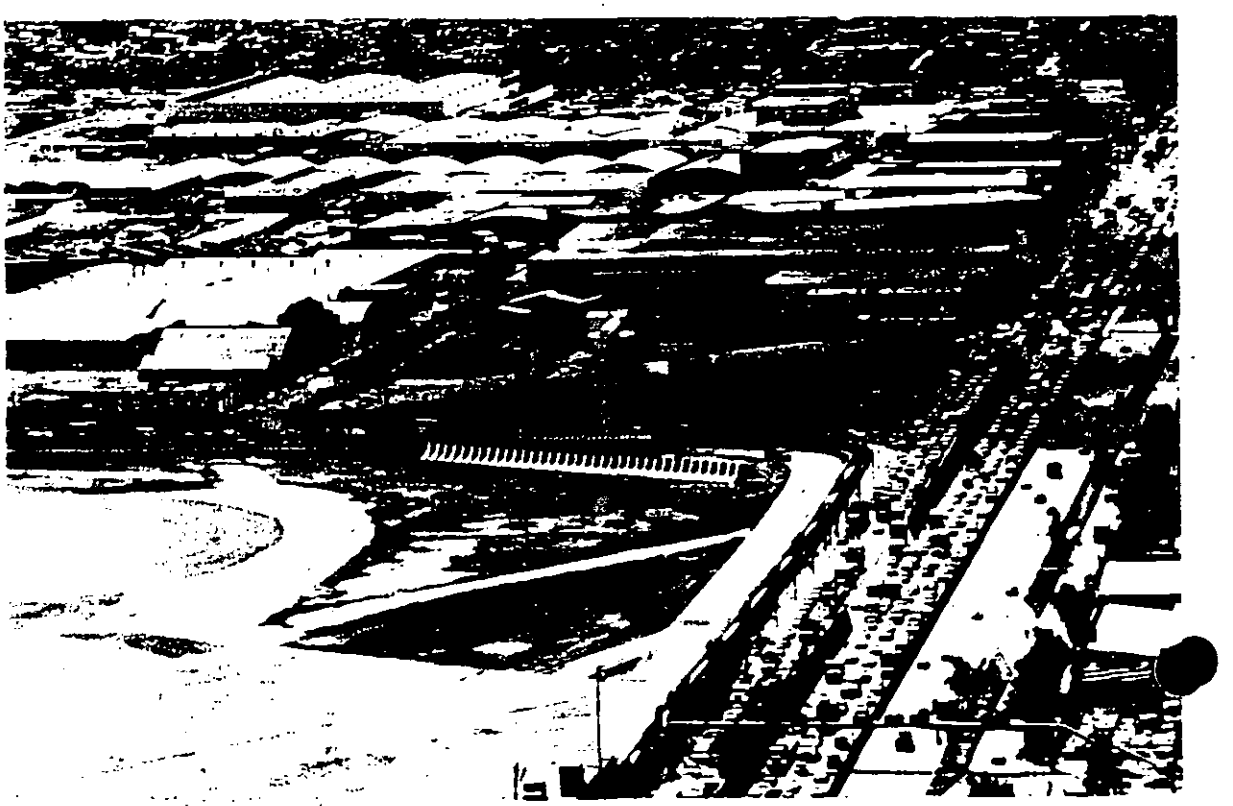
5.1 Distancia a los Centros Generadores

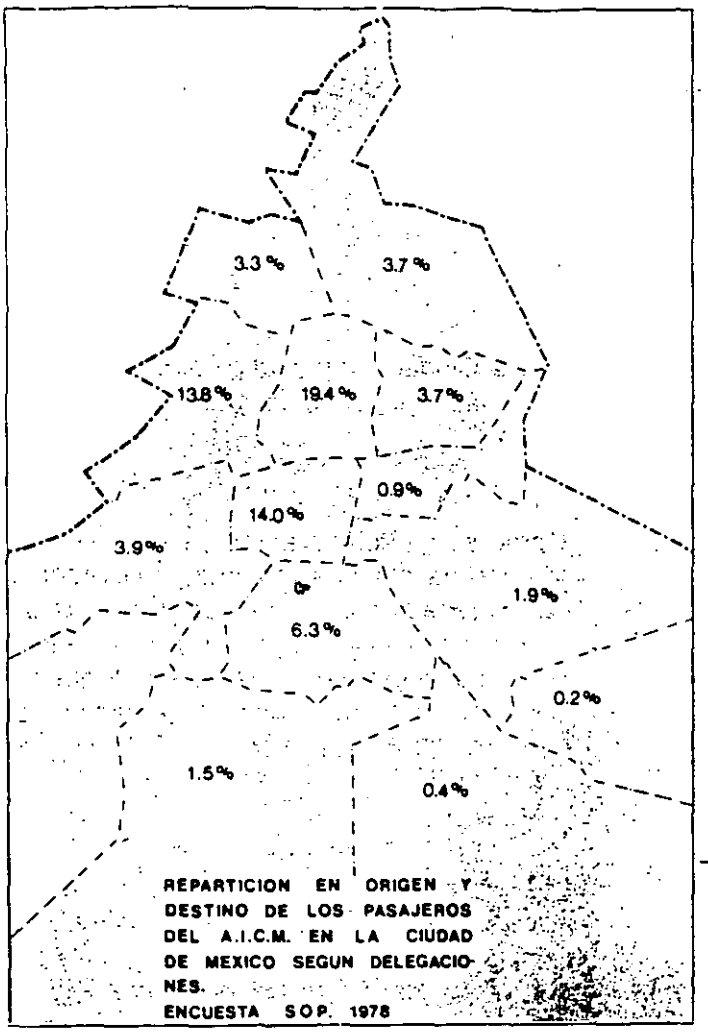
Uno de los factores que intervino fundamentalmente en la decisión del sitio y la solución para el Aeropuerto, fue la distancia de recorrido de los usuarios al mismo. Es evidente la ventaja que representa un Aeropuerto cercano a la Ciudad y por ende a los centros generadores de demanda, si se compara con un alejado.

El Gobierno de la Ciudad de México ha expresado sus opiniones al respecto, mencionando textualmente lo siguiente:

"El Distrito Federal, en particular la Ciudad de México, requiere de un Aeropuerto Internacional de máxima importancia. En virtud de la relevancia que tienen los tiempos de transportación, es indispensable que el Aeropuerto cuente con vías de comunicación expeditas y de gran calidad. Se hace evidente que cumpliendo el proyecto con los requisitos técnicos, la ubicación más cercana a la Ciudad será la más conveniente".

Según lo anterior, el proyecto seleccionado para el Aeropuerto de la Ciudad de México, cumple perfectamente con tales necesidades y así vincula al Aeropuerto, tanto co los usuarios, como con las personas que tendrán que prestar sus servicios en el mismo.





REPARTICION EN ORIGEN Y DESTINO DE LOS PASAJEROS DEL A.I.C.M. EN LA CIUDAD DE MEXICO SEGUN DELEGACIONES.
ENCUESTA SOP. 1978

REPARTICION EN ORIGEN Y DESTINO DE LOS EMPLEADOS DEL A.I.C.M. EN LA CIUDAD DE MEXICO SEGUN DELEGACIONES.
ENCUESTA SOP. 1978

5.2 Vialidad

Estrechamente ligado con lo anterior, puede decirse que es fundamental la vialidad entre la Ciudad y el Aeropuerto para permitir la integración entre ambos elementos.

Para este efecto se estableció una coordinación amplia con las autoridades del Gobierno de la Ciudad de México, cuyo resultado ha sido lograr compatibilizar perfectamente el acceso al Aeropuerto con la vialidad de la Ciudad, sin llegar en ningún momento a grandes modificaciones.

En la primera etapa de desarrollo del Aeropuerto, se seguirá utilizando la red vial existente a través del Circuito Interior, al cual alimentan esencialmente por la parte sur el propio Circuito y el Viaducto Miguel Alemán y por la parte norte la Vía TAPO y también el Circuito Interior.

Las evaluaciones que se hicieron sobre la capacidad de esta vialidad, específicamente para el Circuito Interior en el tramo de Boulevard Aeropuerto, mostraron que este acceso está prácticamente saturado y requiere, para la operación de esta primera etapa, por lo menos seis carriles en cada sentido. Cabe mencionar que ésta es otra razón para justificar que la segunda etapa del Aeropuerto deberá ser desarrollado en forma tradicional es decir, con todos los servicios necesarios para el proceso completo de los pasajeros en las nuevas instalaciones.

Además se han logrado desarrollar los proyectos correspondientes a las etapas ulteriores del Aeropuerto, de manera que al futuro quede garantizada la comunicación con la Ciudad y tenga capacidad suficiente para las necesidades previstas a largo plazo.

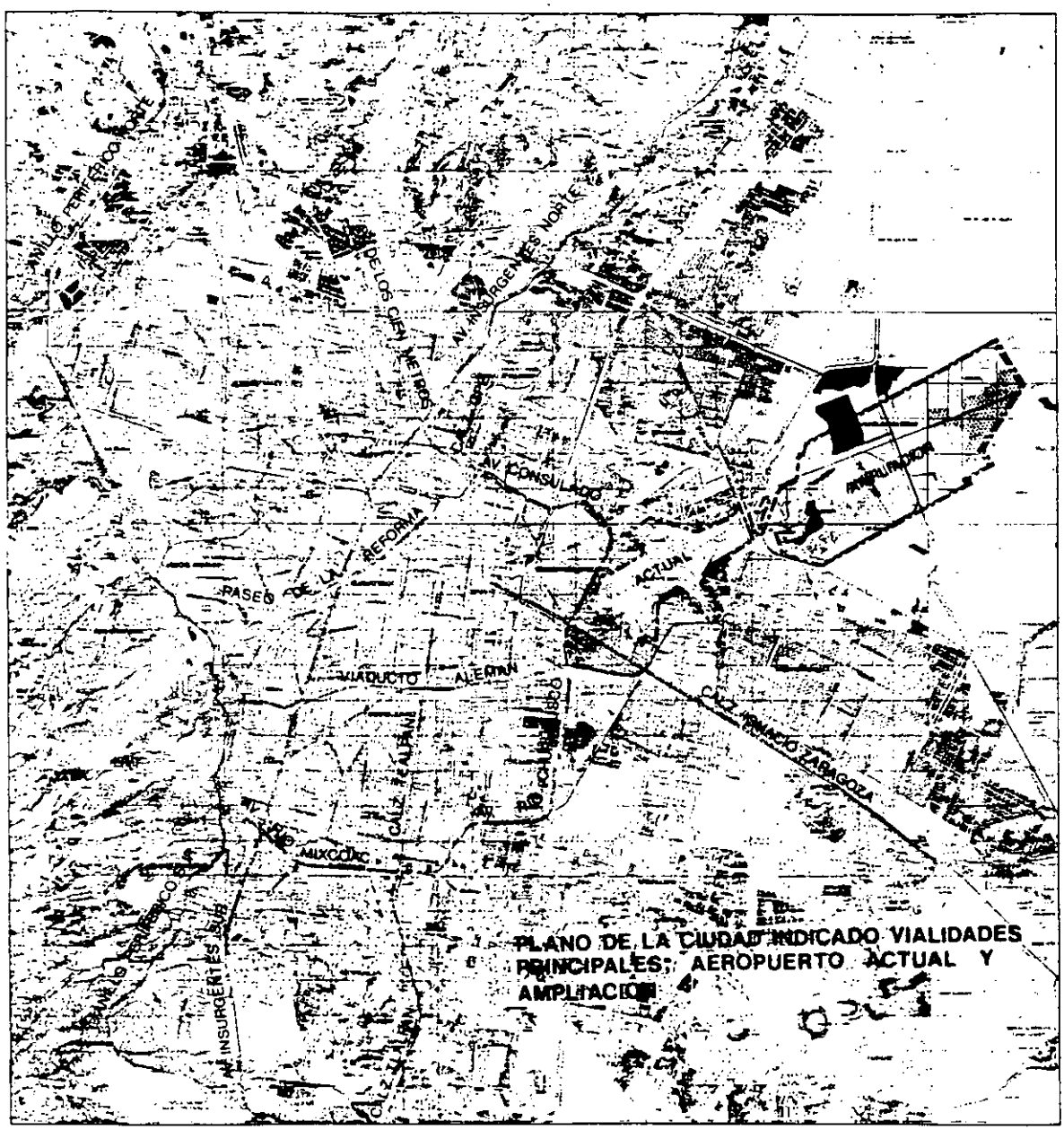
Como se mencionó anteriormente, se han tomado ya algunas medidas, y llevadas a cabo ciertas obras que actualmente consideran las necesidades futuras del Aeropuerto: este es el caso de los entronques a desnivel del Viaducto Miguel Alemán con el Circuito Interior, y con la Calzada de Zaragoza.

Los proyectos desarrollados permitirán el acceso al Aeropuerto principalmente por el Anillo Periférico al cual llegan otras vías del sur: la prolongación del Viaducto Miguel Alemán y de Río Churubusco; y por el Norte la Vía Tapo, Eje Vial 4 y Circuito Interior.

Se puede decir que en esta forma se logrará distribuir perfectamente las rutas del Aeropuerto hacia varios puntos de la Ciudad, a diferencia de lo que ocurre actualmente, ya que el Aeropuerto está conectado por una sola vía de acceso con muy pocas posibilidades de mejoramiento.

Estos proyectos están planteados por etapas, de tal manera que en el tramo de Anillo Periférico, la sección próxima al Aeropuerto ubicada entre Chimalhuacán y el eje 4 norte, en etapa final tendrá 16 carriles que se podrán ir implementando paulatinamente a medida que la demanda lo requiera.

Con estas pautas es como queda integrado entonces el proyecto del Aeropuerto con vialidad de la Ciudad.

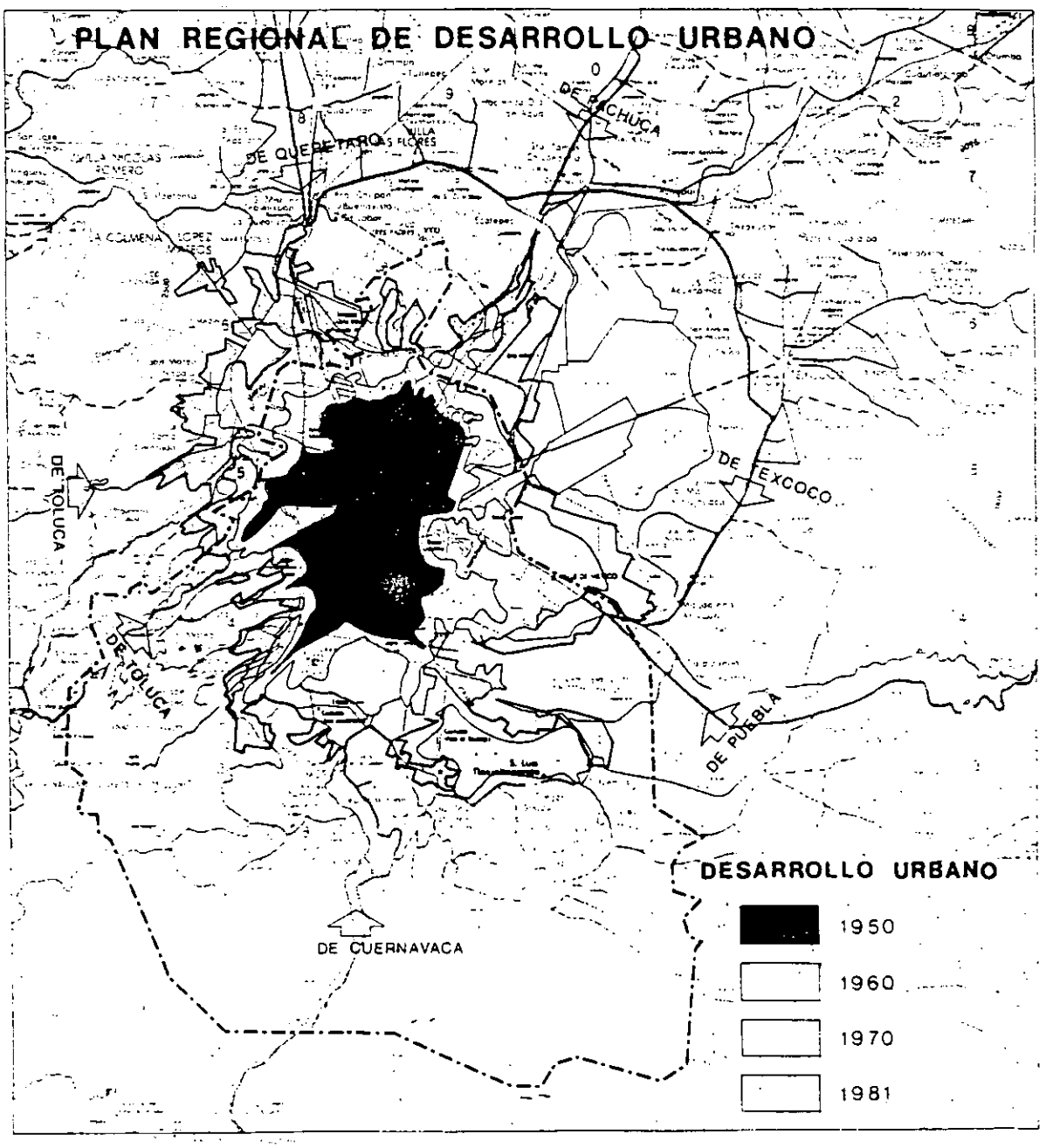


PLANO DE LA CIUDAD INDICADO VIALIDADES PRINCIPALES; AEROPUERTO ACTUAL Y AMPLIACIÓN

5.3 Planeación Regional

Otro aspecto de vinculación del proyecto con la Ciudad consiste en el freno que significa la conurbación entre Ciudad Netzahualcóyotl, con las secciones IV y V y Ciudad Lago. Existe una presión demográfica entre estas colonias, tendiente a poblar la zona del ex-lago donde se ubica el proyecto, conurbación que no es deseable, conforme a las políticas de asentamientos humanos.

Las instalaciones del Aeropuerto constituirá una barrera física para esta posibilidad de conurbación.



5.4 Servicios

Son importantes para el desarrollo de la Ciudad los servicios que requerirá el Aeropuerto en lo que se refiere a agua potable y energía eléctrica, así como canalización de desechos en general.

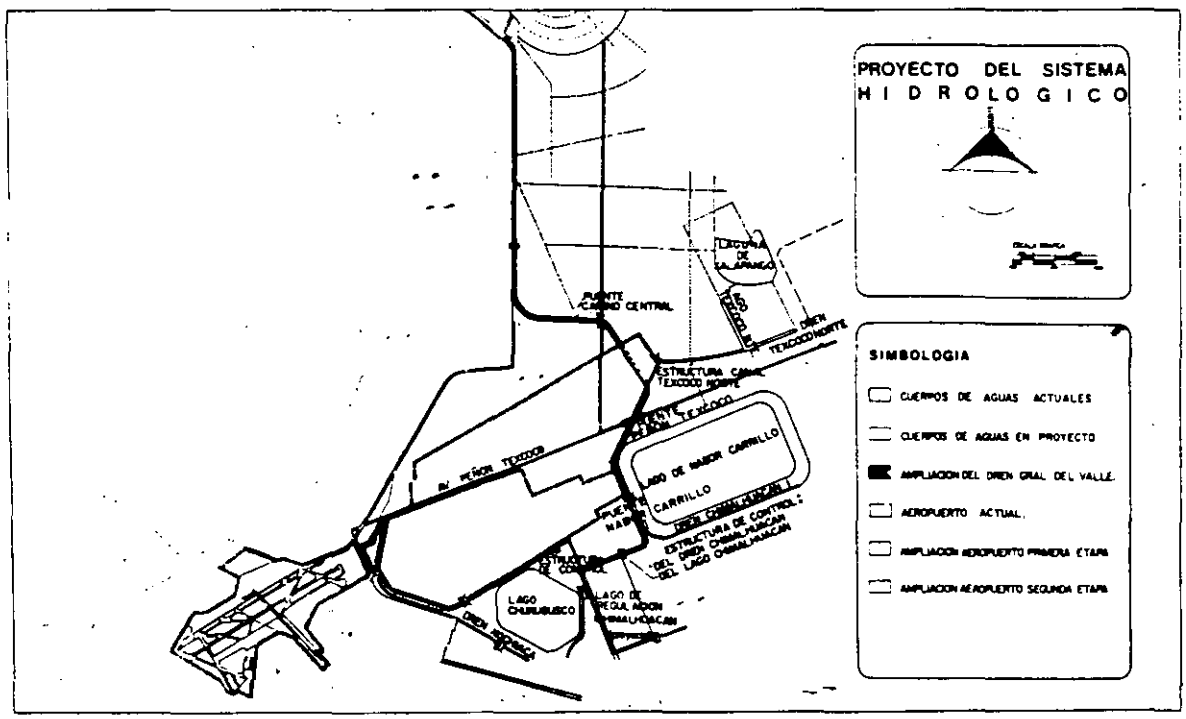
Dentro de la red general de la Ciudad, la mayor parte de estos servicios, con excepción de la energía eléctrica, no son de trascendencia sobre todo si se comparan con la posibilidad de que la zona fuera poblada por asentamientos humanos: los requerimientos en este caso serían mucho más grandes.

Se ha tenido una estrecha coordinación para organizarlos, planearlos y se ha determinado la posibilidad de utilizar agua potable para los servicios más indispensables del Aeropuerto y aguas tratadas para otros usos tales como riego.

El Aeropuerto podrá aprovechar que la SARH está estableciendo en estos terrenos del ex-lago del Vaso de Texcoco, una gran zona productora de agua para usos industriales.

Para el drenaje del Aeropuerto, se ha establecido una coordinación con la Comisión del Lago de Texcoco para desarrollar los proyectos hidrológicos que permitan reciclar los desechos del Aeropuerto, garantizando que la zona quedará libre de inundaciones y de aguas negras ajenas al Aeropuerto. Se incluyen en estos proyectos hidrológicos, la posibilidad de captar las aportaciones que a futuro haría el Río Churubusco, el Río de la Compañía y los ríos de oriente, así como las aportaciones de las zonas habitacionales aledañas tales como Netzahualcóyotl y las demás conurbaciones próximas, hasta lograr disponer de un sistema que triplica la capacidad actual de manejo de aguas.

No cabe duda que la integración de las instalaciones aeroportuarias con la Ciudad de México se ha logrado con este proyecto, alcanzando el mayor nivel de servicios posibles y también su forma más económica. La integración con los planes regionales, y el evitar los grandes desplazamientos y las obras de vialidad implícitas, hacer que la solución que aquí se desarrolla sea la más conveniente en estos momentos.



CAPITULO 6

IMPACTO AMBIENTAL

Para la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y en particular para la Dirección General de Aeropuertos, ha sido motivo de gran preocupación estudiar los impactos ambientales positivos y negativos que se producirán con la construcción y operación de la Ampliación del Aeropuerto.

Para tal efecto se llevaron a cabo estudios de muy diversa índole, éstos analizaron los impactos en la flora y la fauna de la zona, así como los efectos del ruido y la contaminación por gases.

Los estudios analizan el problema y dan recomendaciones para mantener el equilibrio ecológico; la D.G.A., se propone llevar a cabo estas acciones durante la construcción y la operación del Aeropuerto.

6.1 Impacto en el Plan Texcoco

Con objeto de procurar aprovechar al máximo las aguas que se puedan captar en la zona para diferentes fines, así como para desarrollar áreas forestadas, agrícolas, industriales, habitacionales y para desarrollar vías de comunicación, y por último para reducir la contaminación ambiental disminuyendo o eliminando las tolvaneras que se originaban en el Vaso del Ex-Lago de Texcoco, se creó en 1971, el Plan Texcoco determinándose su implantación en una superficie inicial de 14.500 hectáreas.

Por otra parte el problema aeroportuario del Valle de México se ha venido discutiendo desde hace más de 20 años, por tal motivo el Plan Texcoco consideró desde su inicio la adjudicación de una superficie de 950 hectáreas para la Ampliación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Este hecho señala que en todos los proyectos específicos de mejoramiento ecológico desarrollados por el Plan, se considera la Ampliación del Aeropuerto.

Sin embargo, es necesario hacer énfasis en algunos de los efectos que producirá la implantación de la Ampliación del Aeropuerto en la zona, así como de las implicaciones que puedan tener para la operación de la Ampliación ciertos aspectos del plan.

En general, la construcción de la Ampliación del A.I.C.M. produce efectos benéficos en la zona, ya que promueve el control de los asentamientos humanos motivando una urbanización ordenada en zonas específicamente destinadas a este fin.

Actualmente las presiones de invasión de la mancha urbana son muy fuertes, sobre todo en la zona del Aeropuerto actual, al grado de que éste se ha visto estrangulado casi por completo.

El mismo caso se presenta en la zona destinada a la Ampliación que, de hecho, ya comenzó a sufrir también fuertes presiones de urbanización.

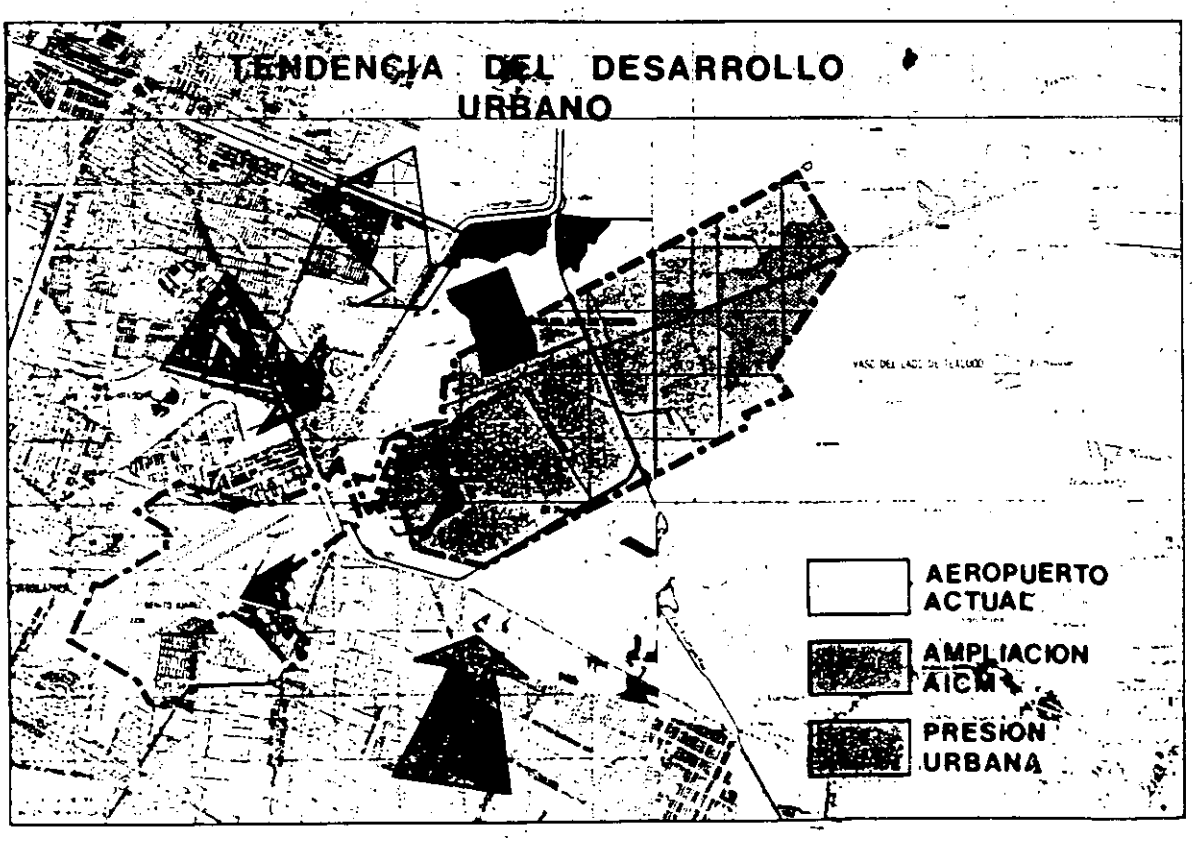
Cabe señalar que la Comisión del lago de Texcoco ha tenido dificultades para detener los avances de la mancha urbana; tanto es así que, de las 14.500 hectáreas originales, sólo le quedan 8.200 hectáreas. L construcción de la Ampliación del AICM, así como de nuevos lagos y canales servirán como barrera en contra de esta urbanización desordenada.

Este proyecto, por lo tanto, es muy favorable para ayudar a evitar que el proyecto Texcoco siga perdiendo terrenos en favor de nuevas urbanizaciones.

Por otra parte, los terrenos destinados actualmente a la Ampliación han sido pastizados sólo en una porción (de 30 a 40% del área), encontrándose gran parte de la superficie inundada con aguas negras que, al secarse y ser levantadas en forma de polvo por los vientos de la zona, produce en la Ciudad de México una contaminación biológica muy fuerte e indeseable. La construcción de la Ampliación pastizará el total de la superficie y evitará el derrame de aguas negras eliminando totalmente este tipo de contaminación, controlando además la erosión.

Puede señalarse que la construcción de la Ampliación provoca además la integración del sistema de desagüe general de la propia área de la Ampliación con el Vaso de Texcoco, mejorando en una gran parte el drenaje de la Ciudad.

Por otra parte, fueron estudiados ciertos aspectos con especial cuidado, por ejemplo los referentes a las aves que habitan la zona y que podrían causar problemas en la operación del Aeropuerto. En este aspecto los estudios desarrollados señalaron que en la actualidad existen aves cuyo habitat está distribuido en las cabeceras 23 de las pistas del actual aeropuerto y que hasta la fecha nunca ha sido reportado un incidente con aves. Las nuevas pistas estarán en condiciones similares a las actuales esperándose un comportamiento de las aves muy similar; por otra parte puede mencionarse que otros aeropuertos con mayor incidencia de aves asentadas en sus zonas, han podido desarrollarse en armonía con las mismas.



— Aumenta la superficie protegida, ya que toda el área del Aeropuerto deberá estar cubierta bien por pavimentos y construcciones como en su mayoría por pasto sembrado exprofeso. En la actualidad sólo el 40% de esta área está pastizada y el resto inundada por aguas negras. Así se evitará la formación del tolvaneras cuyos polvos están altamente contaminados por materia orgánica.

— Evita la conurbación de la zona ofreciendo una barrera entre la Ciudad y las áreas libres del Vaso del Ex-Lago de Texcoco.

— Reduce las áreas urbanas expuestas al ruido.

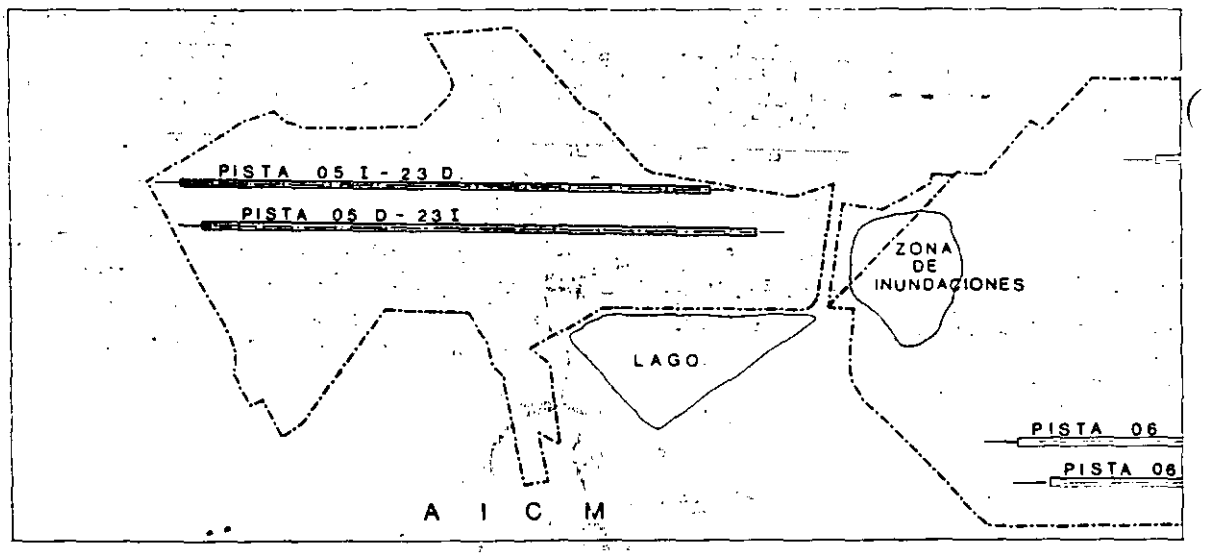
— No altera el habitat de las aves y sí proporciona nuevas zonas en donde éstas pueden habitar.

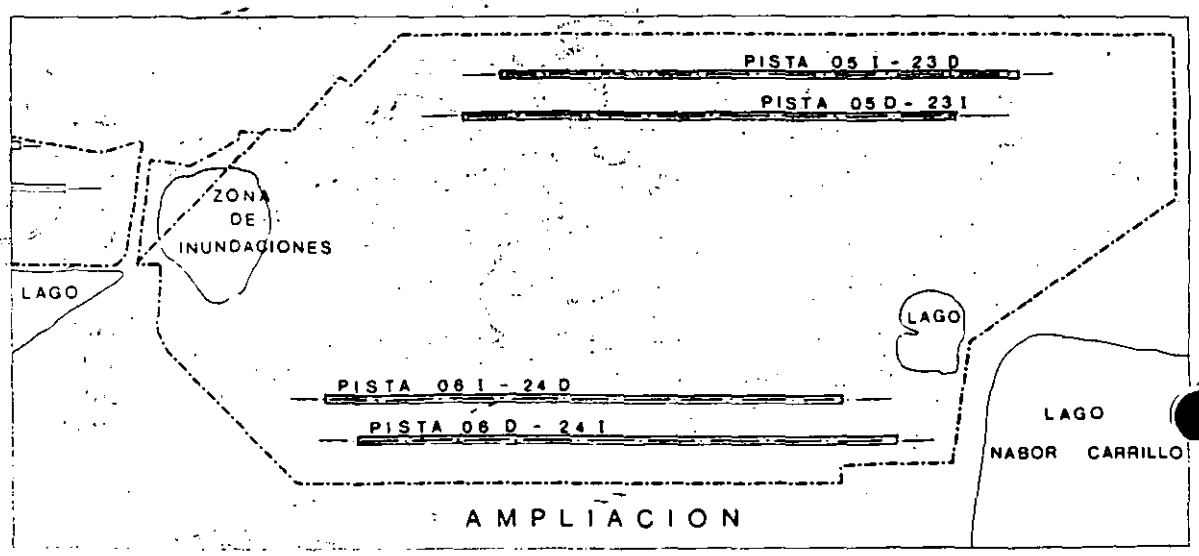
— Promueve la construcción de obras hidráulicas necesarias para la Ciudad.

A partir de la Tercera Etapa libera a favor de la Ciudad más de 750 hectáreas que pueden utilizarse con fines de regeneración ecológica.

— Se ha estimado una mejoría en la contaminación por gases al trasladarse las operaciones aéreas a zonas despobladas.

UBICACION DE LAGOS





CAPITULO 7

SISTEMA AEROPORTUARIO DE LA REGION CENTRAL

El crecimiento de la zona metropolitana ha rebasado ya los linderos naturales, y se ha desarrollado abarcando extensas zonas del Estado de México.

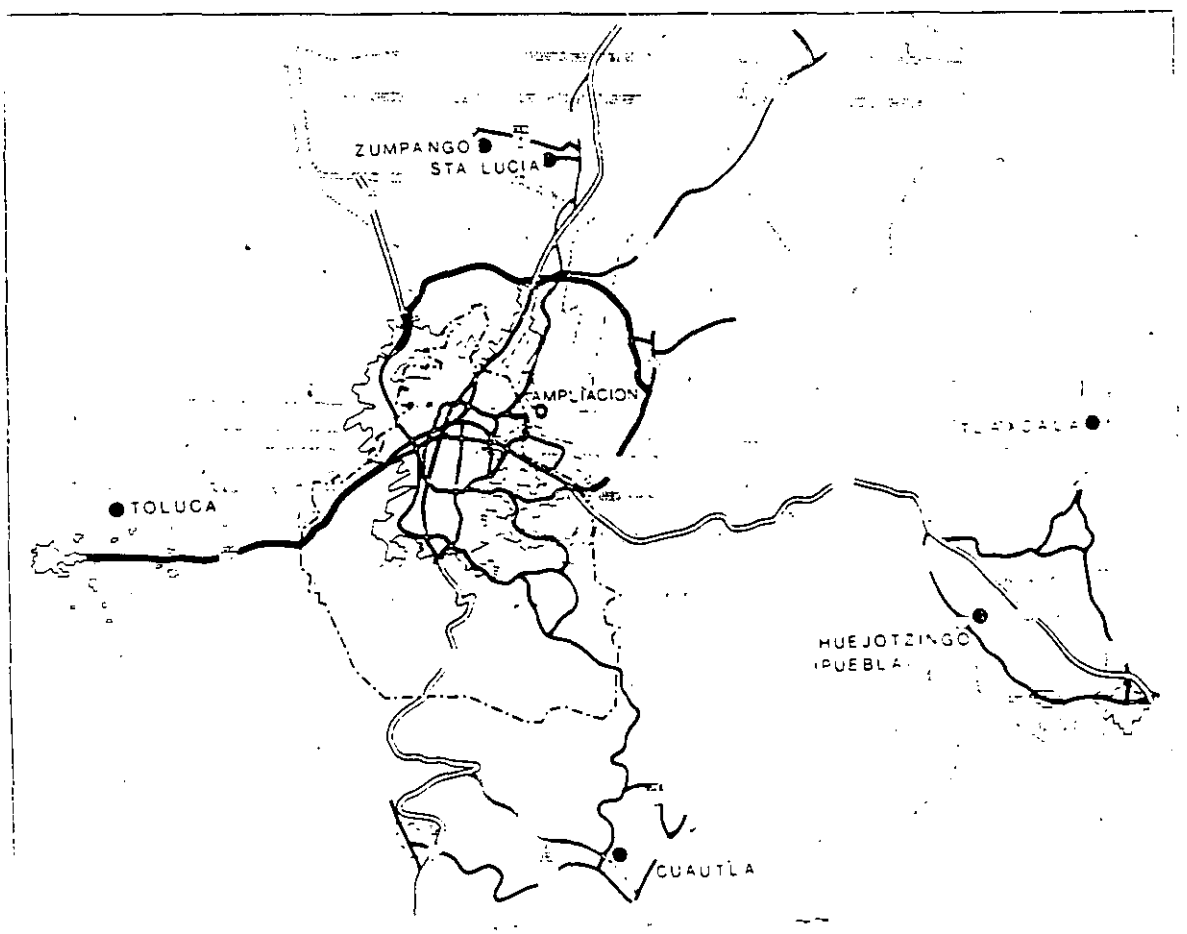
Las previsiones del crecimiento del área urbana de la Zona Metropolitana hacia el año 2000 señalan una probable región conurbada que abarcará a las ciudades de Toluca, Pachuca, Puebla, Cuautla y Cuernavaca.

La densidad de esta conurbación será muy variable, muy fuerte en el área de la propia Ciudad de México y de cada uno de los núcleos correspondientes a estas ciudades, disminuyendo a medida que se aleja de ellos.

Un área urbana de tal magnitud no puede depender de un solo aeropuerto, por lo que se ha previsto el desarrollo de un Sistema Aeroportuario, compuesto por: un gran Aeropuerto Internacional; 4 Aeropuertos Regionales situados en las ciudades de Puebla, Toluca, Cuernavaca y Pachuca; una base aérea militar en Sta. Lucía; y un aeropuerto de aviación general no compatible, cuya localización no ha sido definida.

De esta manera no solamente quedará garantizado el tránsito aéreo de largo alcance sino que además será posible garantizar un eficiente servicio intraregional mediante aeronaves de capacidad y características de servicio adecuadas al mercado y condiciones de la zona.

Como ya se ha mencionado en el presente documento, el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México podrá dar servicio a la demanda generada por ésta en un futuro a



largo plazo (más allá del año 2000); y manejará la interrelación de este núcleo con el resto del País y con el extranjero, en la medida en que continúe su desarrollo como la principal urbe de la República Mexicana.

Los otros aeropuertos de la región metropolitana, como Puebla y Toluca, operarán manejando la demanda generada por la interrelación de estas ciudades con otras de País, cuya importancia amerita la operación de servicios aéreos.

El transporte de pasajeros provenientes de estos núcleos circundantes a la Ciudad de México, a lugares en donde no se tenga servicio aéreo directo, tanto dentro del territorio Nacional como esencialmente al extranjero, será a través del AICM, como ha venido ocurriendo siempre.

Dada la cercanía con la Ciudad de México y la relativa poca demanda, se prevee que por lo menos por algún tiempo, el transporte entre estas ciudades y la capital se hará por carretera.

En cuanto al aeropuerto para la aviación general se procurará una localización próxima a la Ciudad de México para servir a la demanda principal y eliminar del AICM, los problemas que causa dicho tipo de aviación en los aeropuertos de esta naturaleza.

Este Sistema Aeroportuario de la Región Central ha comenzado a desarrollarse: los aeropuertos de Toluca se han integrado ya al servicio comercial y la Base Aérea de Santa Lucía está en operación, y a largo plazo se incorporarán los aeropuertos de Cuernavaca y Pachuca.