

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
SECCION DE PLANEACION



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

PLANEACION DEL AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.

Tesis que presenta
VICTOR ELIAS ROSALES INZUNZA
Para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERIA

CREDITOS ASIGNADOS A LA TESIS: (ocho)

JURADO:

- Presidente: DR. JOSE JESUS ACOSTA FLORES _____
- Vocal: DR. JORGE DIAZ PADILLA GUERRERO _____ *Jorge Diaz Padilla*
- Secretario: DR. ALEJANDRO MENDOZA FERNANDEZ _____ *Alejandro Mendoza*
- Suplente: M. EN I. ANTONIO OLIVERA SALAZAR _____ *Antonio Olivera*
- Suplente: M. EN I. ARTURO FUENTES ZENON _____ *Arturo Fuentes Zenon*

Cd. Universitaria, D.F., Junio de 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



DEPFI

T UNAM

1 9 8 5

ROS

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECCION DE PLANEACION**

**PLANEACION DEL AEROPUERTO
DE CULIACAN, SIN.**

Tesis que presenta

VICTOR ELIAS ROSALES INZUNZA

para obtener el grado de

MAESTRO EN INGENIERIA

JUNIO DE 1985

Para Andrés Elías

Agradezco a todas las personas que de alguna forma participaron en la realización del presente trabajo, y en especial al Dr. Jorge Díaz Padilla.

Indice

INDICE

INTRODUCCION	1
ZONA DE INFLUENCIA	
• Zona de influencia del aeropuerto	3
• Características demográficas y económicas	7
ANALISIS Y PRONOSTICO DE LA DEMANDA	
• Aspectos teóricos de la demanda	12
• Aplicación al aeropuerto de Culiacán	18
DIAGNOSTICO Y PROGRAMA DE AMPLIACIONES	
• Inventario de instalaciones y equipo	46
• Cálculo de capacidades	47
• Diagnóstico y programa de ampliaciones	56
• Configuración del aeropuerto	61
EVALUACION	
• Generalidades	63
• Ingresos y egresos	64
• Evaluación financiera	70
• Evaluación económica	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	84

Introducción

Antecedentes

En la actualidad México cuenta con una red de aproximadamente 50 aeropuertos, algunos de los cuales son grandes terminales aéreas (v.gr. cd. de México, Guadalajara, Can Cun, Acapulco, Monterrey) y otros simplemente pistas con las instalaciones mas indispensables (v. gr. Puerto Escondido, Tamuín, Tehuacán). Dado el gran crecimiento demográfico y al apoyo otorgado por el gobierno al sector comunicaciones es de esperarse que un gran número de aeropuertos sufran modificaciones a un mediano plazo. A partir de 1980 han entrado en operación nuevos aeropuertos como los de Tampico, Coatzacoalcos, Loreto y Los Mochis. Respecto al aeropuerto de Culiacán existe el proyecto para 1985 de remodelación del edificio terminal.

Es evidente la evolución de la infraestructura aeroportuaria mexicana, y la consecuente necesidad de una metodología de planeación con las características de flexibilidad y adaptabilidad que pueda aplicarse a cualquier aeropuerto, de tal forma que los planes particulares de cada uno de ellos sean fáciles de elaborar y de actualizar. En este marco, y tomando en cuenta las premisas de optimización de recursos y de fluidez de información para la toma de decisiones se realizó el presente trabajo, en el cual se propone una metodología para la planeación de aeropuertos, dando énfasis al análisis y pronóstico de la demanda de pasajeros y de operaciones y de la oferta en términos de sus subsistemas de pistas, plataformas, edificio terminal y estacionamientos.

La metodología propuesta permite diagnosticar el funcionamiento operativo de los cuatro subsistemas considerados y determinar sus necesidades de infraestructura acorde con el crecimiento de la demanda y el nivel de servicio deseado. Aporta también los elementos del análisis de factibilidad, tanto desde el punto de vista financiero como social, a través de los parámetros de rentabilidad como el valor Presente Neto, la Relación Beneficio / Costo y la Tasa Interna de Retorno.

Metodología

El objetivo de ésta tesis es aportar una metodología confiable, útil, flexible y práctica para la planeación de las necesidades de inversión de un aeropuerto, de tal forma que su utilización no demande de grandes conocimientos sobre el tema ni de expertos en la materia. La presentación del trabajo sigue un esquema de teoría y de aplicación, habiéndose seleccionado el aeropuerto de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

La metodología propone como punto de partida la existencia de correlación entre el desarrollo económico regional y el crecimiento de la actividad aérea, haciendo uso de métodos de análisis regional, de modelos matemáticos y de procedimientos gráficos. Su estructura sigue el patrón propuesto en el Método Sistemático del Dr. Felipe Ochoa R., empezando con el análisis del sistema en donde se identifican las variables explicativas y el área de influencia, y prosiguiendo con la demanda, la oferta, la elaboración del diagnóstico, la estimación de las necesidades de ampliación y la evaluación.

Contenido

En el capítulo de la determinación de la zona de influencia se mencionan algunas teorías de regionalización y se define el área de influencia del aeropuerto de Culiacán, para la cual se presentan algunas estadísticas demográficas y económicas mismas que posteriormente servirán para la elaboración del pronóstico de la demanda. Dicha zona de influencia se compone de municipios, ya que estas son las divisiones geográficas más pequeñas para las cuales existe información disponible de población y de productividad, y se determinó en base a la conceptualización del servicio

aéreo como un bien por el cual la gente, en su necesidad de adquirirlo, está dispuesta a transportarse hacia aquel aeropuerto que le quede más cerca y que además la localidad en donde se encuentre le ofrezca el mayor número de servicios.

La actividad aérea en México es prácticamente comercial y civil, siendo casi insignificante la participación militar, de tal manera que las estadísticas de pasajeros y de operaciones se dividen en dos categorías: aviación comercial y aviación general. Dentro de la primera quedan comprendidos el tráfico comercial nacional e internacional, denominado de primer nivel, y el tráfico regional o local, denominado de tercer nivel. La segunda categoría abarca a la aviación particular nacional e internacional, y a la oficial.

El análisis y el pronóstico de la demanda se hicieron respetando la clasificación anterior y trabajando al menor nivel de desagregación, o sea que para cada aviación en ambas categorías se obtuvo su pronóstico, integrándolos posteriormente en una cifra global. Se emplearon diversas técnicas de pronóstico como las de correlación múltiple, de series de tiempo, de índices, de analogías y de tasas de crecimiento. También, se consideraron aspectos como los posibles planes de expansión de las compañías de aviación y de sustitución de equipos.

Un aspecto muy importante en el diseño de los aeropuertos es el de la concentración horaria, por lo que se determinó el pronóstico de pasajeros y de operaciones en hora pico para niveles de servicio superiores al 75%. Para tal efecto se empleó la distribución de frecuencias de las concentraciones horarias de un año base, y se supuso que las concentraciones son proporcionales al tráfico anual.

En el capítulo posterior se presentan las técnicas de determinación de capacidades para los subsistemas de pista, plataforma, edificio terminal y estacionamiento aplicándolas al aeropuerto de Culiacán, se elabora el diagnóstico de dichos subsistemas, se determinan las necesidades de ampliación y el programa de construcción, y se muestra la configuración final del aeropuerto. No se analizan los subsistemas de iluminación ni de comunicaciones por considerarse fuera del objetivo de este trabajo y porque requieren de un nivel de conocimientos y de detalle muy específico.

El capítulo de evaluación comprende el cálculo de los parámetros de rentabilidad desde los puntos de vista financiero y económico. Se indican las diferencias básicas entre uno y otro procedimiento, y se grafica, para diferentes tasas de actualización, la variación del VPN ante incrementos porcentuales de los egresos.

2

Zona de influencia

Zona de influencia del aeropuerto

En tiempos en los que hay crisis económica, altos índices de inflación, recursos financieros escasos y difíciles de conseguir, y grandes necesidades de la población, es cuando resalta la necesidad de una planeación adecuada de la explotación y uso de los recursos disponibles. El caso de un aeropuerto no queda exento de ésta necesidad, pues su participación es importante en la actividad económica de una nación.

Como paso de inicio en el proceso de planeación de cualquier sistema es necesario definir su ámbito de influencia para posteriormente determinar los niveles de las variables que controlan el funcionamiento de dicho sistema. Por esta misma razón el primer paso en el trabajo de planeación del Aeropuerto de la ciudad de Culiacán es la determinación de su zona de influencia, analizando las características regionales más importantes.

En el presente capítulo se define el área de influencia del aeropuerto de Culiacán y se describen sus características demográficas y económicas más relevantes. Se mencionan algunas técnicas de regionalización y el proceso seguido en éste trabajo para establecer los límites de la zona de estudio, así como las políticas de inversión más relevantes que el gobierno federal y estatal han planeado a corto y mediano plazo, y cuya ejecución incidirá en el desarrollo de la actividad aérea.

La zona de influencia es el área alrededor del aeropuerto que genera su tráfico aéreo y dentro de la cual habita la población que potencialmente hará uso del servicio aéreo. Es común encontrar pasajeros de carácter internacional en todo aeropuerto, sin embargo este tipo de usuario no se puede considerar como generador de demanda a excepción que se esté analizando un aeropuerto turístico como sería el caso del de Acapulco o Cancún. En el de Culiacán el tráfico internacional comercial es nulo existiendo solamente el internacional de la aviación general que se origina en ésta misma ciudad con destino en Nogales o Tucson, Arizona, principalmente.

Zona de influencia

El estado de Sinaloa cuenta con tres aeropuertos, localizados en las ciudades de Culiacán, Mazatlán y Los Mochis. El segundo de ellos es el más importante, disponiendo de infraestructura con una mayor capacidad de operación y el servicio de vuelos internacionales. El aeropuerto de Culiacán es el segundo en importancia, procesando pasajeros exclusivamente de vuelos domésticos, tanto de la red troncal de ASA como de rutas regionales. Respecto al aeropuerto de Los Mochis, este es relativamente nuevo ofreciendo un servicio similar al de Culiacán, aunque en menor proporción.

La ciudad de Culiacán se localiza en el centro del estado dentro de uno de los valles agrícolas más rico del país. Su actividad económica se sustenta básicamente en la agricultura, y, en menor escala, en el comercio. Es la ciudad más importante de Sinaloa, no solamente por ser la capital del estado, sino también porque cuenta con un mayor número de habitantes y de servicios.

Hasta 1983 Sinaloa contaba con 17 municipios, pero a partir de 1984 la cifra se incrementó en uno con el surgimiento del municipio de Navolato, cuya superficie correspondía anteriormente al municipio de Culiacán. Dado que esta modificación es reciente y no existen todavía estadísticas exclusivas del nuevo municipio, se considerará en adelante únicamente al municipio de Culiacán con su extensión territorial hasta diciembre de 1983.

Existen diferentes criterios para fijar las zonas de influencia de un centro urbano entre las cuales están la Teoría de Lugar Central¹ y la Función de Orden Inferior.

- La Teoría de Lugar Central establece que centros urbanos de tamaños similares poseen los mismos tipos de bienes y servicios, o sea que en localidades del mismo tamaño la frontera de sus respectivas áreas de influencia estará a la mitad de la distancia que dista entre ellas. "La localidad es el centro de una comunidad regional y el mediador de su comercio," por tal razón se le denomina el lugar central de la comunidad y los bienes que en ella se ofrecen se conocen como bienes centrales.
- La Función de Orden Inferior establece dos modelos para jerarquizar a los centros urbanos. El primero permite que los centros urbanos de mayor jerarquía posean todas las funciones de los menores, y el segundo que los centros de mayor jerarquía no posean algunas funciones intermedias. La configuración de las zonas de influencia siguen un patrón exagonal en ambos modelos.

Adicionalmente, la Teoría del Crecimiento Regional contempla el problema de la definición de regiones y la forma de determinar sus fronteras. Respecto a este último punto, Richardson² ha clasificado la mayoría de los métodos de regionalización en tres grandes categorías: 1) Homogeneidad, 2) Nodalidad y 3) Programación o Planeación Regional. Los conceptos de lugar central y de orden inferior se pueden clasificar en la categoría de nodalidad.

El servicio de transporte aéreo se puede considerar como un servicio central de la ciudad de Culiacán, y su rango* estará acotado por las correspondientes fronteras de las zonas de influencia de los aeropuertos de Mazatlán, al sur, y de los Mochis, al norte, así como de la costa con el Océano Pacífico al Oeste y la Sierra Madre Occidental al este.

Considerando el concepto de lugar central se tiene que la jerarquización de Culiacán es la mayor del estado de Sinaloa, lo que para el servicio de transporte aéreo implica que las fronteras de la zona de influencia del aeropuerto de Culiacán no quedan definidas a la mitad de la distancia entre ésta ciudad y las de Los Mochis y Mazatlán, y que para determinarlas es necesario calcular primero los costos y los tiempos de recorrido entre las localidades vecinas y dichas ciudades.

Si se considerara la función de orden inferior se presentarían ciertos problemas en la jerarquización entre Culiacán y Mazatlán, ya que la primera se sustenta en una economía agrícola y la segunda en el turismo y la pesca. Se tendría un caso típico del segundo modelo en el cual a Culiacán se le asignaría una mayor jerarquía no obstante de no poseer los servicios turísticos, portuarios y de conexiones internacionales de Mazatlán.

Existen algunas otras técnicas de regionalización basadas en características geográficas o niveles socioeconómicos similares (homogeneidad). En el Plan Estatal de Desarrollo 1982-1988 para Sinaloa se regionaliza al estado de dos formas diferentes: en la primera se tienen las zonas Norte, Centro y Sur, y en la segunda las zonas de Los Valles, Los Altos y la zona Sur. La clasificación del primer grupo es intuitiva, no así la del segundo que considera diferencias en los potenciales económicos de cada región: Los Valles son eminentemente agrícolas; Los Altos poseen recursos forestales, mineros y ganaderos; y la zona Sur es la menos favorecida, con algunos suelos de temporal y recursos pesqueros y mineros.

* El rango de un bien o servicio es la distancia máxima que el más lejano de los posibles consumidores estaría dispuesto a viajar para obtenerlo.

Todas las técnicas de regionalización antes mencionadas son buenas, y su selección dependerá de las condiciones de cada problema y de la disponibilidad de información. En el presente trabajo se optó por considerar que la zona de influencia del aeropuerto de Culiacán estaría integrada por los municipios con una alta dependencia comercial y de servicios con dicha ciudad, y en especial en lo que al uso del aeropuerto se refiere.

El camino recomendado a seguir hubiera sido estimando los costos y los tiempos de recorrido desde las localidades intermedias entre la ciudad de Culiacán y las de Los Mochis y Mazatlán, así como las preferencias de la población por dirigirse hacia una u otra ciudad. Sin embargo esto algunas veces no es posible por falta de estadísticas, de recursos económicos, y de tiempo. Es de práctica común que la regionalización se haga con un análisis subjetivo de alguien que conozca perfectamente la zona de interés, apoyándose en algunas encuestas y estadísticas, tal como sucedió con el Plan de Desarrollo para Sinaloa. Además, la gran mayoría de los datos en México se ofrecen a niveles municipales, estatales, sectoriales o nacionales, pero nunca a una desagregación menor de la municipal, por lo que el intentar definir una zona de influencia integrada por segmentos de municipios implicaría un mayor trabajo y una serie de estimaciones de los valores de las variables de interés, con lo cual el resultado sería aproximado y similar que el obtenido si se emplearan los municipios como el tamaño mínimo de componente del área de influencia.

De esta manera, en la tabla 2.1 se listan los municipios que integran la zona de influencia del servicio de transporte aéreo del aeropuerto de Culiacán, así como sus estadísticas de población y sus extensiones territoriales. En la figura 2.1 se ilustra al estado de Sinaloa con sus localidades y vías de comunicación principales, y se indica en sombreado el área de influencia del aeropuerto.

TABLA 2.1 ZONA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO DE CULIACAN

MUNICIPIO	P O B L A C I O N				Superficie km ²
	1950	1960	1970	1980	
Angostura	10 512	12 631	29 309	44 529	1 447.36
Badiraguato	27 615	28 138	29 252	39 170	5 862.12
Cosala	13 366	14 578	13 711	18 184	2 667.51
Culiacán	146 106	208 982	360 412	560 011	7 043.42
Elota	8 765	12 220	17 572	24 765	1 518.76
Mocorito	44 606	55 256	49 025	59 687	2 405.54
Salvador Alvarado	*	*	29 046	52 079	1 197.23
SUMA	250 970	331 805	528 327	798 426	22 141.94
Participación estatal	39%	40%	42%	43%	38%
ESTADO	635 681	838 404	1'266 528	1'849 879	58 328.00

* Incluido en Mocorito.

Fuente: IX y X Censo General de Población y Vivienda.

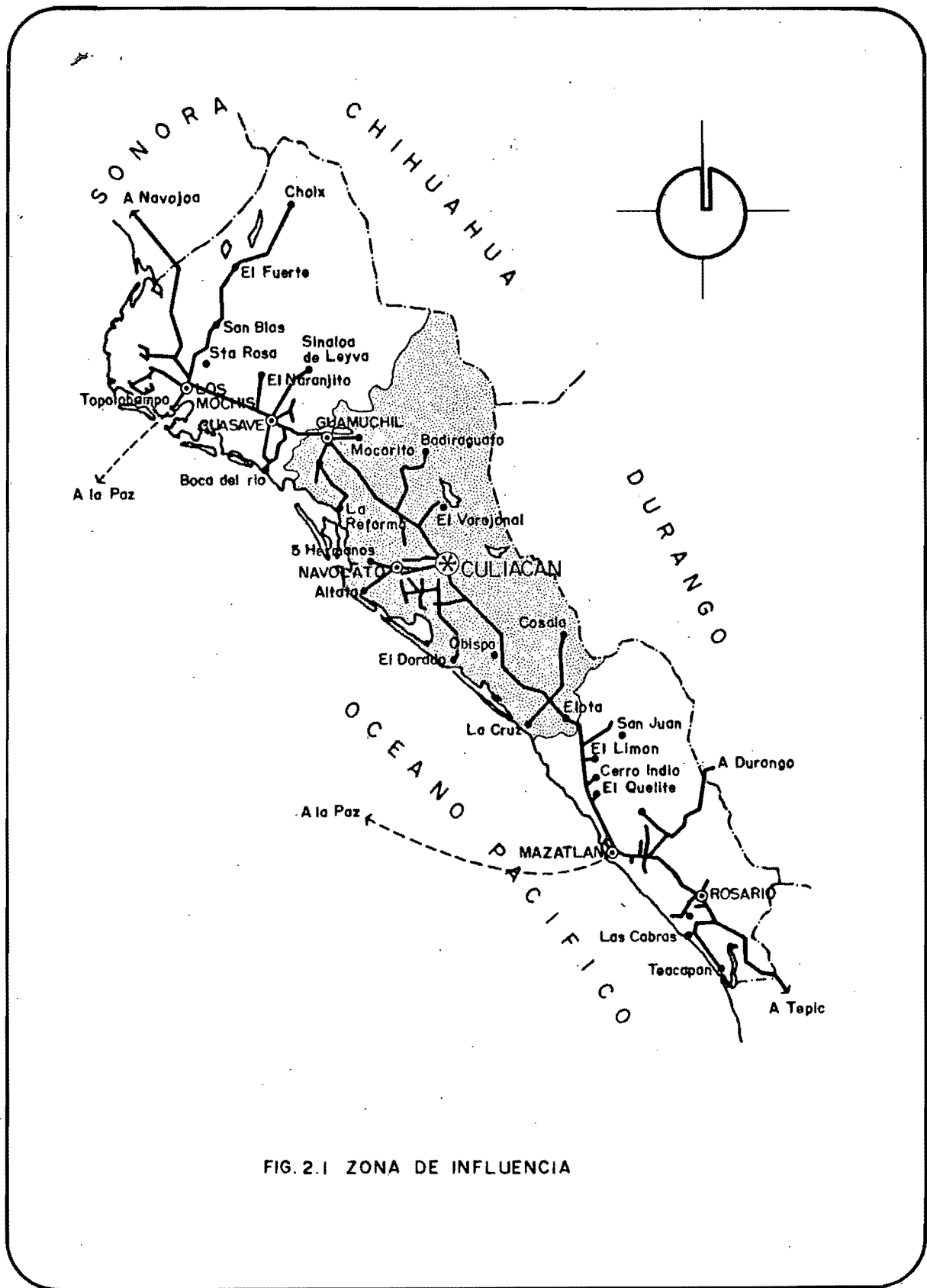


FIG. 2.1 ZONA DE INFLUENCIA

Características demográficas y económicas

El territorio sinaloense se inicia en la Sierra Madre Occidental junto a los estados de Durango y Chihuahua, extendiéndose al oeste hasta el Océano Pacífico, y colindando al norte con Sonora y al sur con Nayarit. Sus coordenadas son 22° 31' y 26° 56' de latitud norte, y 105° 24' y 109° 27' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se compone de montañas ricas en maderas y minerales, de valles fértiles y de planicies costeras abundantes en recursos marinos.

En 1980 se registró una población de 1'880 098 habitantes y una población económicamente activa de 468 233 personas, de las cuales el 40% correspondió al sector agropecuario; de aquí la gran importancia de éste sector en la economía sinaloense. El producto interno bruto en ese año fué de 103 239.1 millones de pesos (2.4% del total nacional), los cuales estuvieron integrados en un 31.1% por el sector de transporte, 24.6% del sector agropecuario, 10.4% de la industria manufacturera, 8.5% por la industria de extracción, construcción y electricidad, y el 25.4% restante correspondió al sector servicios.

La zona de estudio participa en promedio con el 40% de los indicadores anteriores. En la tabla 2.1 se observa que la superficie del área de estudio representa el 38% del total del estado y que su población ha sido en promedio del 40% del total estatal. En las tablas 2.2 a la 2.5 se exponen los demás aspectos demográficos y económicos regionales.

TABLA 2.2. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA EN LA ZONA DE INFLUENCIA

MUNICIPIO	1950	1960	1970	1980
Angostura	2 823	3 539	7 414	11 466
Badiraguato	7 820	9 596	8 140	11 512
Cosala	3 891	2 605	3 307	4 988
Culiacán	45 306	65 495	98 314	175 402
Elota	2 654	3 821	4 795	7 389
Mocorito	13 231	15 499	13 370	17 921
Salvador Alvarado	*	*	7 468	15 206
SUMA	75 725	100 555	142 808	243 884
Participación estatal	39%	39%	42%	40%
ESTADO	195 148	256 530	343 947	616 174

* Incluido en Mocorito.

Fuente: IX y X Censo General de Población y Vivienda.

El PEA regional participa con un 40% en el total estatal, y está integrado fundamentalmente por los correspondientes a las ramas agropecuaria, comercial y de servicios, con una concentración notoria en el municipio de Culiacán en donde se localiza la capital del estado, y por consiguiente la mayoría de las oficinas gubernamentales y la disponibilidad de la mayor cantidad de servicios (educación, salud, comunicaciones, bancos y transportes).

TABLA 2.3. PEA POR RAMA DE ACTIVIDAD, 1980

ACTIVIDAD ECONOMICA	MUNICIPIO							SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	
Agric., ganad., caza, etc.	5 463	6 194	3 279	35 000	3 523	8 674	2 610	64 743
Explot. de minas y canteras	1	27	123	325	42	60	16	594
Industrias manufactureras	521	175	143	14 004	273	654	1 062	16 832
Elect., gas y agua	12	5	16	308	11	7	30	389
Construcción	349	339	262	10 751	314	580	1 033	13 628
Comercio	537	356	186	18 416	306	747	1 902	22 450
Transportes, comunic., etc.	338	146	112	8 351	224	446	801	10 418
Establ., financieros, etc.	50	11	23	4 008	18	68	349	4 527
Servicios comunales, etc.	652	879	369	25 454	470	998	2 119	30 941
Act. insuf. especificadas	3 402	3 293	421	57 351	2 145	5 502	5 172	77 286
Desocupados, no han trabajado	141	87	54	1 434	63	185	112	2 076

1) Angostura, 2) Badiraguato, 3) Cosala, 4) Culiacán, 5) Elota, 6) Mocorito, 7) Salvador Alvarado.
Fuente: X Censo General de Población y Vivienda 1980.

En cuanto al nivel de empleo por tipo de industria se tiene que en 1983 se emplearon 11 256 personas en 143 establecimientos de la zona de influencia, cifras que representaron el 41% de las estatales. Los tipos de industria con un mayor nivel de ocupación fueron los ingenios azucareros, las arroceras, las plantas de elaboración de bebidas purificadas y los empaques de productos marinos. En la tabla 2.4 se observa la gran participación de la industria agropecuaria en la región, resultado del potencial agrícola y marino local.

TABLA 2.4. OCUPACION POR TIPO DE INDUSTRIA, 1983.

GIRO	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS		EMPLEOS GENERADOS	
	Estado	ZI	Estado	ZI
Extracción y Beneficio de Aceites Vegetales	8	4	700	305
Molienda y Beneficio de Arroz	22	17	1 451	1 155
Ingenios Azucareros	4	3	3 528	2 308
Pausterizadoras	3	1	123	55
Despepitadoras de Algodón	20	2	2 001	275
Elaboración de Cervezas	2	1	310	124
Harineras	8	3	595	215
Elaboración de Alimentos para Animales	22	6	528	265
Elaboración de Alimentos Varios	24	14	1 505	508
Procesamientos y Empaque de Productos Marinos	21	8	3 556	1 152
Fabricación de Hielo	47	12	977	256
Procesamiento y Enlatado de Frutas y Verduras	17	5	3 333	706
Fabricación de Productos de Empaques y Envases	6	5	849	799
Astilleros	6	—	342	—
Fabricación de Muebles y Colchones	8	4	592	80
Elaboración de Bebidas Purificadas	7	2	1 694	966
Procesamiento de Productos Químicos	26	13	780	392
Fabricación de Productos de Plástico y Resinas	17	10	263	177
Fabricación de Pinturas y Barnices	3	2	23	18
Productos Varios para la construcción	31	16	1 217	343
Fabricación de veladoras	3	—	10	—
Fabricación de Escobas	8	2	101	17
Fabricación de Ropa	3	1	48	20
Fabricación y Manufactura de Artículos Metálicos	17	7	1 336	307
Derivados de la Madera	14	5	1 278	813
TOTAL	347 (100%)	143 (41%)	27 140 (100%)	11 256 (41%)

ZI: Zona de influencia del aeropuerto.

Fuente: Directorio Industrial de Sinaloa 1983. Gobierno del Estado.

Es de estimarse que aproximadamente el 40% del Producto Interno Bruto estatal se genera en la zona de estudio. No existen cifras a nivel municipal que permitan calcular el PIB regional, sin embargo sí existen ciertas estadísticas y datos con los cuales es factible deducir la participación del área de interés en la economía de Sinaloa, habiéndose obtenido la cifra de 41 000 millones de pesos para el PIB regional en 1980. En la tabla 2.5 se presenta un resumen de los niveles de

producción por rama de actividad, pudiéndose comprobar que la zona de estudio participa en promedio con el 40% de la producción de Sinaloa, lo que permite suponer entonces que ese mismo porcentaje corresponde también al PIB del estado.

TABLA 2.5 INDICADORES ECONOMICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO, 1981

ACTIVIDAD	PRODUCCION UNIDAD	ESTADO	ZI	%
Agricultura	ton.	2'435 457	1'067 854	44
Pecuaria *	cabezas	1'787 176	762 177	43
Forestal	ha	440 153	205 561	47
Pesca	ton	101 275	7 952	8
Minería	miles de \$	256 419	131 457	51
Establec. comerciales	—	33 724	13 813	41
Industria:				
Personal ocupado promedio	—	19 892	7 599	38
Remuneración	miles de \$	798 050	215 364	27
Inversión fija bruta	"	219 880	98 058	45
Producción bruta total	"	4'538 874	1 917 701	42
Valor agregado	"	1'778 294	780 350	44

* datos de 1983
ZI: zona de influencia.

Adicionalmente, las inversiones en la industria manufacturera estatal durante 1982 alcanzaron la cifra de 3 241 millones de pesos, repartidos en 42 empresas de las cuales 22 están instaladas en Culiacán, 1 en Elota y 1 en Salvador Alvarado. El monto de lo invertido en la zona de estudio fué de 1314 millones, equivalente al 41% de la inversión total.

Expectativas de crecimiento

Las políticas de inversión para Sinaloa contempladas en el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 y en el Plan Estatal de Desarrollo 1982-1988 están dirigidas fundamentalmente al apoyo del sector primario, base económica de Sinaloa, y al estímulo de asentamiento de industrias agropecuarias en el norte de la entidad. Consideran la ejecución y terminación de obras de infraestructura hidráulica que beneficiarán áreas actualmente cultivables e incorporarán nuevas extensiones de riego a la agricultura.

En el sector comunicaciones, actualmente está en construcción el primer tramo de la carretera costera de Sinaloa, la cual tendrá una longitud de más de 300 km, con un costo asociado de miles de millones de pesos. Dicha carretera cruza la zona de estudio de norte a sur, por lo que su realización repercutirá en un incremento del movimiento de mercancías y de pasajeros en la región, así como del ingreso regional.

Los principales proyectos para el sector agropecuario regional contemplados en el Plan Estatal de Desarrollo son los siguientes:

- Terminación de la presa El Comedero, con la cual se incorporaran al riego 98 600 hectáreas: 35 599 nuevas y 40 301 de temporal. Además, liberará agua para regar 22 700 hectáreas del río Mocorito al norte de la zona de influencia.
- Construcción de las presas El Salto y Las Juntas que beneficiarán 60 500 hectáreas en el municipio de Elota.
- Construcción de un parque industrial en Culiacán.

Como se ha podido observar, la zona de estudio es económicamente agrícola y las obras que actualmente están en construcción y en proyecto son para consolidar aún mas dicha actividad. Inclusive el parque industrial de Culiacán, el cual se espera estimule la implantación de agroindustrias que procesan productos agrícolas de la región, persigue dicho objetivo.

Con la realización de éstas obras se incrementarán el producto interno bruto, el ingreso, y el comercio regional, manteniendose la estructura económica actual. No es de esperarse una mayor participación en la producción estatal, ya que también en el resto del estado se están realizando obras, como la presa de Bacurato en Sinaloa de Leyna y los desmontes en Escuinapa. Además el gobierno del estado tiene como premisa especial el impulsar el desarrollo en las áreas más retrasadas de la entidad, como es la zona sur.

3

Demanda

Análisis y pronóstico de la demanda

El objetivo de éste capítulo es aportar las técnicas existentes mas utilizadas en el análisis y pronóstico, seleccionando una de ellas para aplicarla al aeropuerto de Culiacán. Se da énfasis en las técnicas de pronóstico tendencial y normativas debido a que son las de mayor aplicación en la actualidad.

Como se sabe, el punto clave en la ejecución de cualquier estudio de planeación esta en la elaboración de los pronósticos, ya que la elección final dependerá de los resultados de la evaluación ex-ante de alternativas, las cuales estan intimamente ligadas a las cifras pronosticadas. Considerando esto, en el presente capítulo se mencionan primeramente algunas técnicas de pronóstico, seleccionándose la mas adecuada para el caso de la demanda aérea, y posteriormente se determinan las variables que influyen en la demanda, identificándose las más significativas para analizarse y pronosticarse por separado, de tal forma que en una etapa final se conjuguen permitiendo elaborar el pronóstico global de la demanda.

Debido a que los factores que afectan el comportamiento del tráfico de la aviación comercial son diferentes a los de la aviación general, se hizo la desagregación de la demanda de pasajeros en estos dos rubros elaborándose sus respectivos pronósticos. En cuanto a las operaciones se procedio de manera similar estimándose primeramente para cada tipo de aviación el promedio de pasajeros por operación factible de alcanzar, y después el pronóstico de operaciones, el cual se calculó en función de la demanda anual de pasajeros y dicho promedio.

Con los pronósticos globales de pasajeros y operaciones se determinaron las concentraciones horarias anuales correspondientes a diversos niveles de servicio. Se aplicaron dos criterios diferentes: el primero considera ciertos parámetros de transformación de pasajeros anuales a pasajeros y operaciones en hora pico, y el segundo se basa en un análisis de frecuencias de concentraciones horarias registradas a lo largo de un año.

Aspectos teóricos de la demanda

Un aspecto importante en todo estudio de planeación es la realización de pronósticos, para los cuales existen diversas metodologías, cada una adecuada a ciertos problemas y niveles de confianza en los resultados. Dichos métodos, según Ashford*, se pueden resumir en convencionales y analíticos.

Los métodos convencionales de pronóstico se dividen en subjetivos, encuestas de expectativas, tendenciales, y de pronóstico base. Estas técnicas han sido las mas empleadas debido a su fácil y rápida aplicación, además de lo satisfactorio de sus resultados cuando las condiciones de las tasas de crecimiento de la demanda han sido constantes en el tiempo. El primero de los métodos consiste en la elaboración del pronóstico por una persona que conozca bien el sistema y sea capaz de integrar los factores involucrados bajo condiciones limitadas de crecimiento. El método de las encuestas es el menos popular de los cuatro y consiste básicamente de la aplicación del análisis delphi; su aplicación se recomienda a nivel regional o nacional, pero no individual. La técnica de pronóstico tendencial ha sido ampliamente utilizada, sin embargo se ha observado que el comportamiento de la demanda sigue un patrón logístico y no tendencial como el obtenido con la extrapolación de datos históricos. El último método establece que la participación de cada aeropuerto en el tráfico nacional permanece constante con el tiempo, siendo necesario para su aplicación la elaboración previa del pronóstico nacional de pasajeros.

* Norman Ashford, "Airport Engineering", John Wiley and Sons, Inc., 1979.

Los métodos normativos establecen las relaciones existentes entre la demanda y las variables socioeconómicas y de servicio que inciden en ella, ya que se ha encontrado que la actividad aérea depende del nivel de ingreso per cápita, del tipo de empleo, de la estructura familiar, de la frecuencia y del nivel del servicio. Este método consiste de la modelación del tráfico en cuatro pasos consecutivos: generación, distribución, desagregación por modo de transporte y asignación. En la etapa de generación se modela el número de viajes que se iniciarán o terminarán en un área determinada; la fase de distribución comprende el modelado del intercambio de viajes por pares de ciudades utilizando técnicas de equilibrio como el modelo gravitacional; el modelo de selección de modo de transporte considera factores como la comodidad, conveniencia, seguridad, costo, tiempo de recorrido, y modos alternativos, entre otros; en la etapa de asignación se establece un modelo para determinar la ruta seleccionada por un viajero de todas las rutas posibles.

Es clara la mayor profundidad de análisis de los métodos analíticos en comparación con los convencionales; sin embargo, la fácil aplicación de éstos últimos y sus bajas necesidades de información y procesamiento contrarrestan en cierta medida las ventajas de los primeros.

Debido a que la aplicación de una y otra metodología arroja resultados diferentes, se recomienda evaluar dos escenarios de pronóstico; uno tendencial y otro de normativo. En el primero se determina el comportamiento futuro suponiendo que la tendencia histórica se conservara a lo largo del horizonte de planeación y en el segundo se supone que la demanda crecerá en función del desarrollo socio-económico deseado para la región. Una aplicación amplia de esta metodología se llevó a cabo en el estudio de planeación de la red nacional de aeropuertos de México³.

Otros dos caminos alternativos y de gran utilidad para el pronóstico son la simulación, la cual se puede realizar utilizando algún lenguaje de alto nivel (Fortran, GPSS, Pascal, etcétera) ó un paquete de computadora (Dynamo), y los modelos estadísticos³. El estructurar el programa de simulación de un sistema requiere del apoyo de un experto programador, no así la aplicación de un paquete del cual se necesita solamente conocer sus instrucciones y limitaciones. En el caso del paquete Dynamo se tiene que es una herramienta de simulación que surgió para modelar problemas de uso del suelo, de inmigración y de evolución de las zonas urbanas, pero su aplicación se ha extendido a el estudio de sistemas biológicos como el crecimiento de colonias de bacterias y a sistemas de producción de alimentos, entre otros, pudiendo ser factible su aplicación también al estudio de una terminal aérea.

Para aplicar las técnicas tendenciales de pronóstico solo se necesita de estadísticas de la demanda, sin embargo para los métodos analíticos se requiere, además de dichas estadísticas, del conocimiento de otros parámetros. En el pasado se ha utilizado las siguientes variables en la estimación futura de la demanda*:

- Variables demográficas, incluyendo tamaño de la ciudad y densidad de población.
- Proximidad a otra ciudad grande.
- Carácter económico de la ciudad.
- Actividad gubernamental, incluyendo políticas promocionales y regulatorias, subsidios de modos competitivos de transporte, y conservación de energía y políticas de balance de pagos.
- Niveles de las tarifas.
- Desarrollos en los modos competitivos de transporte.
- Desarrollos tecnológicos en la industria de aviones.
- Adecuabilidad de provisión de infraestructura al modo aéreo y a los modos competitivos.
- Carácter del desarrollo urbano y regional.
- Algunos otros imponderables, como cambios socioculturales en los patrones de trabajo y de ocio, cambios en la tecnología de comunicaciones, y cambios secundarios en los patrones de vida.

* Norman Ashford, op. cit., pág. 35, 36.

Como puede observarse de las variables anteriores, es clara la correlación entre la demanda aérea y los aspectos socioeconómicos de la región en donde se localiza el aeropuerto.

El conjunto de las 10 variables mencionadas no indica que deban utilizarse todas simultáneamente ni que ellas formen la totalidad de factores a considerar. Sin embargo se puede suponer que en dicho grupo están comprendidas las variables más relevantes de la demanda aérea, y que la selección de cada una de ellas dependerá del tipo de aeropuerto bajo estudio y de la disponibilidad de información.

Para el caso del aeropuerto de Culiacán se ha estimado que las variables explicativas de la demanda aérea son las siguientes:

- Población
- PIB de la zona de influencia del aeropuerto
- Tarifas aéreas

Las variables como proximidad a otras ciudades, situación de los medios competitivos de transporte y de la red regional de comunicaciones, se consideran indirectamente en la determinación del área de influencia del aeropuerto. El desarrollo tecnológico de la industria de aviones se considera en el pronóstico de la demanda en término de operaciones, ya que al aumentar el tamaño de las aeronaves se pueden procesar volúmenes mayores de pasajeros con un menor número de operaciones.

Respecto a los modelos de generación de viajes de los métodos analíticos se tienen dos opciones de análisis: la primera es en base a un análisis de mercado, y la segunda con un modelo estadístico de regresiones.

El análisis de mercado considera que la participación porcentual de la actividad aérea de un aeropuerto en la cifra regional o nacional se conserva constante en el tiempo. Este procedimiento puede ser adecuado en regiones con la suficiente infraestructura de comunicaciones terrestres y aeropuertos, pero no en países como México en donde existen grandes zonas marginadas y condiciones económicas y demográficas cambiantes. Un ejemplo de esto es el estado de Sinaloa en donde hasta hace aproximadamente dos años la población del norte de la entidad tenía que transportarse a la ciudad de Culiacán para abordar el avión con destino a México, Guadalajara o cualquier ciudad de la red troncal; situación que cambió con la terminación del nuevo aeropuerto de la ciudad de Los Mochis, en donde Aeroméxico da servicio con equipo DC-9. Sin embargo todavía existe el problema de comunicación terrestre con los poblados de la sierra en la frontera con Durango y Chihuahua, con los cuales se ha establecido un puente aéreo desde Culiacán utilizando aeronaves del tercer nivel, mismas que tenderán a disminuir su actividad a medida que se construyan carreteras que lleguen hasta dichas poblaciones y se establezca un sistema de transporte público eficiente.

Con el uso de análisis de correlación es posible estimar la demanda de pasajeros considerando variables apropiadas como serían el tamaño de la población servida, el producto interno bruto y los niveles de las tarifas aéreas. La ecuación del modelo típico de regresión sería la siguiente:

$$T = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$$

donde T = número de viajes generados
 x_1 = el tamaño de la población
 x_2 = el producto interno bruto regional
 x_3 = nivel de las tarifas aéreas
 a_j = constantes de regresión

En caso de que el sistema analizado sea un país, se cambiaría la segunda variable por el PIB nacional manteniendo las otras dos iguales. La Gerencia de Planeación de Aeroméxico realizó en 1980 un estudio interno para el pronóstico de la demanda utilizando una ecuación lineal semejante a la anterior pero con solamente dos variables independientes: El producto interno bruto y las tarifas⁴.

Respecto a los modelos de distribución de viajes, estos se aplican para establecer la densidad de rutas por pares de ciudades. Como se dijo anteriormente, la metodología seguida es utilizando algún modelo gravitacional, los cuales son análogos a la ley de la gravedad de Newton y consideran que los asentamientos humanos crecen e interactúan entre ellos de una manera similar a la de la Ley de la gravedad. La forma más común de dichos modelos es la siguiente:

$$P_{ij} = K \frac{H_i H_j}{x^{d_{ij}}}$$

donde P_{ij} = pasajeros entre las ciudades i y j
 H_i = población en la ciudad de origen
 H_j = población en la ciudad de destino
 d_{ij} = distancia entre i y j
 K = constante de proporcionalidad
 x = constante de calibración

Usando a la distancia como medida de impedancia se ha encontrado (en aplicaciones en aeropuertos de los Estados Unidos) que el valor de x varía entre 1.3 y 1.8. En lugar de la distancia se podría utilizar algún otro parámetro como la tarifa o el tiempo de recorrido. El modelo mostrado a continuación se obtuvo considerando el costo como la medida de impedancia:

$$P_{ij} = K \frac{Q_i Q_j}{x^{C_{ij}}}$$

donde Q_i = total de viajes aéreos generados en la ciudad i
 Q_j = total de viajes aéreos generados en la ciudad j
 C_{ij} = costo de viaje entre las ciudades i y j
 K = constante de proporcionalidad
 x = constante de calibración.

En estudios realizados en Los Estados Unidos se encontró que el rango de aplicación de los modelos gravitacionales es hasta una distancia de 1200 km, entre ciudades. A medida que la distancia aumenta se observa una disminución en el intercambio de bienes y servicios de un par de ciudades como consecuencia del incremento marginal de dichos bienes y servicios y del surgimiento de diferentes centros urbanos con atractivos similares o superiores a los de las ciudades bajo estudio.

En el análisis de la demanda del aeropuerto de Culiacán se considerarán básicamente ecuaciones de regresión y pronósticos subjetivos con comparaciones analógicas con otros aeropuertos, incluyendo en donde sea necesario las políticas de desarrollo y la potencialidad de crecimiento de la zona de influencia del aeropuerto, al mismo tiempo que la capacidad de la infraestructura aeroportuaria y los planes de expansión.

No se considera adecuado en el análisis la aplicación de un modelo gravitacional ya que el flujo de pasajeros entre Culiacán y las seis ciudades* con las cuales hay una ruta comercial establecida se tiene perfectamente identificada, observándose que la situación económica de los últimos dos años ha afectado el nivel de la demanda haciéndola disminuir a partir del punto máximo alcanzado en 1981. Estos cambios sociales y económicos no pueden captarse con un modelo gravitacional calibrado para ciertos valores de los parámetros K y x , a excepción que se estime la evolución futura esperada de dichos parámetros, misma que sería de un modo subjetivo similar a la planteada para el pronóstico de la demanda, duplicándose esfuerzos y disminuyendo el nivel de confianza de los resultados.

Los modelos de selección de modo de transporte y de asignación de ruta considerados en los métodos analíticos no son aplicables al aeropuerto de Culiacán debido a que la clasificación por modos se ha dado de una manera natural en base al nivel de ingreso de los usuarios de la aviación de primer nivel, y de la falta de acceso rápido para los de la aviación de tercer nivel. Respecto al modelo de asignación la situación es tal que no hay selección de rutas; la preferencia de los usuarios es por los vuelos directos, pero a falta de lugar en estos se elige cualquier otro vuelo aunque no sea directo.

Teorías de pronóstico de población

Se ha determinado que la demanda aérea es función de la población y de otras dos variables, y que su pronóstico se obtiene aplicando una ecuación de correlación. Sin embargo, para la utilización de dicha ecuación es necesario determinar primero los valores futuros de las variables independientes, o sea que se requiere de pronósticos de población, del PIB regional y de los niveles de las tarifas aéreas.

Una forma sencilla y aceptable de proceder es tomar como adecuados los pronósticos de población incluidos en los planes de desarrollo de cada entidad, al igual que los pronósticos del PIB y de tarifas elaborados por la dependencia correspondiente. El camino alternativo a seguir sería el elaborar dichos pronósticos. A continuación se describen algunas técnicas utilizadas en los pronósticos de población y se elige una para aplicarla a la población de la zona de influencia del aeropuerto.

Los métodos para el pronóstico de la población se pueden agrupar en directos e indirectos⁵. Los primeros se basan en datos actuales e históricos, y los segundos usualmente relacionan dichas cifras con índices económicos, políticos y sociales. A continuación se listan algunas de dichas técnicas.

Pronóstico comparativo

Proyección por extrapolación

- Técnicas gráficas
- Extrapolación con funciones matemáticas
 - Curvas de polinomios
 - Curvas exponenciales
 - Curvas logísticas

Métodos de índices y correlaciones

- Métodos de índices**
- Regresiones y análisis de covariancia
 - Regresión simple
 - Regresión múltiple
 - Análisis de covariancia

Análisis de la composición del crecimiento* *

* La Paz, Cd. Obregón, Hermosillo, Guadalajara, México y Tijuana.

**Métodos exclusivos para pronosticar la población de áreas abiertas.

Un factor muy importante en los análisis demográficos es el de la migración, cuyo flujo puede ser significativo en algunas regiones, participando fuertemente en el tamaño de la población. En regiones cerradas donde los movimientos de las personas son controlados, los niveles de migración están fijados por las políticas gubernamentales, por lo que la información al respecto es de fácil acceso. Por otro lado, en regiones o países abiertos como México no se tiene un control sobre los movimientos migratorios, siendo necesario realizar estimaciones.

Los métodos utilizados para analizar el fenómeno de la migración se han clasificado en dos grupos: (1) métodos cuyo propósito es analizar la migración pasada y la actual, y (2) métodos de pronóstico. Ambos grupos comprenden el flujo interregional y el rural-urbano, siendo este último tanto interregional como intraregional.

Hay ciertos factores que afectan la migración interregional, entre los cuales están el tamaño y la forma de la unidad elegida para estudio, y el período de tiempo considerado.

El estado como unidad física y geográfica es comunmente considerado como la unidad de estudio, pero sus resultados son algunas veces sesgados registrándose mayores niveles de migración en estados pequeños y alargados que en los grandes y de geometría uniforme. El tiempo es otro factor que influye en la migración, teniéndose que a mayores períodos de tiempo corresponde un mayor flujo de gente como resultado de un incremento en la probabilidad de inmigración.

La clasificación de técnicas para el pronóstico de la migración propuesta por Isard⁵ es la siguiente:

Estimación de la migración histórica

- Migración total bruta y neta
 - Métodos residuales
 - Datos de censos de población
 - Registros de población
- Migración por diferenciación de grupos

Estimación de la migración rural y urbana

Pronóstico de la migración futura

- Proyección de datos históricos
 - Extrapolación
 - Métodos de índices o similares
 - Proyección subjetiva
- Modelos teóricos
 - Gravedad
 - Potencial
 - Interacción espacial

De los métodos existentes los mas adecuados para el análisis de la migración histórica son los que utilizan técnicas de residencia y de natividad, apoyándose en estadísticas de origen y residencia actual de la población y proporcionando resultados confiables de dirección y flujo de personas. Para la aplicación de estos métodos es necesario disponer de tales estadísticas, mismas que no en todos los países se registran, como es el caso de México, por lo que su utilización no es generalmente posible.

Para el pronóstico de la migración los modelos teóricos son los más prometedores. La simple extrapolación de niveles de migración no es suficiente, requiriéndose también de un pronóstico subjetivo complementario ejecutado por personas expertas en las características de la región.

Aplicación al aeropuerto de Culiacán

Análisis de la demanda

La crisis actual de la economía mexicana afectó fuertemente a la actividad aérea nacional y en particular a la del aeropuerto de Culiacán en donde a partir de 1982 se detuvo el crecimiento sostenido del período 1967-1981. El número de pasajeros procesado había estado aumentando a una tasa promedio anual del 16%, pasando de 45 237 pasajeros en 1967 a 412 698 en 1981. Las devaluaciones del peso y la inflación de 1982 causaron una disminución de la actividad aérea, fenómeno que se reflejó en las estadísticas de 1982 y 1983 durante los cuales el tráfico de pasajeros fué de 367 698 y 313 891, respectivamente.

Se espera que el país recupere el ritmo de crecimiento alcanzado a fines de la década de los setentas, sin embargo la realidad de los primeros meses de 1984 indican otra cosa. De esta manera es lógico suponer que la actividad aérea crecerá a un ritmo mucho menor que el registrado entre 1967 y 1981. En la tabla 3.1 se presentan las estadísticas de pasajeros durante el período 1967-1983, clasificandolas en aviación comercial y aviación general con sus respectivas divisiones.

TABLA 3.1 ESTADÍSTICAS DE PASAJEROS, 1967-1983

AÑO	TOTAL	AV. COMERCIAL		AV. GENERAL		Oficial
		1er. Nivel	3er. Nivel	Nacional	Internacional	
1967	45 237	37 405	*	5 947	—	1 885
1968	57 874	47 212	*	8 494	—	2 168
1969	65 626	53 392	*	9 754	—	2 480
1970	75 282	62 160	*	10 267	—	2 855
1971	100 537	82 920	*	14 612	—	3 005
1972	126 058	110 378	*	11 987	—	3 693
1973	143 435	127 604	*	9 154	—	6 677
1974	179 152	160 052	*	12 043	778	6 279
1975	204 903	185 302	*	12 103	718	6 780
1976	248 016	231 237	*	10 574	—	6 205
1977	255 432	229 209	*	19 815	—	6 408
1978	269 815	193 679	49 135	19 327	—	7 674
1979	331 791	252 623	44 951	25 385	—	8 832
1980	391 112	297 925	42 683	27 515	—	22 989
1981	412 698	312 057	42 913	18 871	9 044	29 813
1982	367 698	271 839	42 016	17 184	3 764	32 895
1983	313 891	220 263	48 127	14 479	4 426	26 596

* Pasajeros incluidos en los del primer nivel.

Fuente: ASA, Estadísticas de pasajeros.

La actividad aérea se divide en aviación comercial y en aviación general. En la primera clase están consideradas las líneas aéreas comerciales que operan a nivel nacional e internacional y las compañías aéreas alimentadoras o regionales, y en la segunda están incluidas las aeronaves de uso particular, tanto nacional como extranjeras, y las de dependencias oficiales y militares.

La participación de la aviación comercial en el tráfico de pasajeros es del orden del 85%, correspondiendo la mayor parte a las líneas de 1er. nivel las cuales dan servicio a más del 70% del total de pasajeros en el aeropuerto. Respecto a la aviación general ésta procesa el 15% del total, estructurado en un 7% por la aviación oficial, en 2% por la internacional y 5% por la nacional, aproximadamente.

Las cifras del tráfico, en término de operaciones, indican que no hay una gran diferencia entre las correspondientes a la aviación comercial y a la general. En 1983 ambas aviaciones participaron con el 50% cada una; sin embargo, en años anteriores el porcentaje de participación de la segunda había sido ligeramente mayor. La aviación comercial de tercer nivel aporta el mayor número de operaciones, seguida por las aviaciones generales nacional y oficial. En la tabla 3.2 se pueden observar las estadísticas de operaciones, de donde se desprende la clara importancia de las líneas aéreas regionales en la actividad del aeropuerto, pues aunque el volumen de pasajeros transportados no es muy grande su utilización de pistas sí lo es. Por otro lado, se tiene que las líneas comerciales de primer nivel procesan un gran número de pasajeros por operación, lo que implica que el equipo de vuelo que utilizan es grande en comparación con las aeronaves de la aviación general.

Las operaciones totales crecieron en el período 1967-1983 a una tasa promedio anual del 6%, en contraste con la cifra del 12% correspondiente a la demanda de pasajeros en el mismo período. Esto indica que el tamaño de las aeronaves ha ido creciendo, pasando de los aviones DC-3 utilizados en la década de los sesenta a los DC-9 en sus versiones 15, 30 y super 80 actualmente en uso.

TABLA 3.2 ESTADÍSTICAS DE OPERACIONES, 1967-1983

AÑO	TOTAL	AV. COMERCIAL		AV. GENERAL		Oficial
		1er. Nivel	3er. Nivel	Nacional	Internacional	
1967	14 704	7 561	*	5 933	—	1 210
1968	17 189	8 668	*	7 226	—	1 295
1969	19 805	9 880	*	8 811	—	1 114
1970	21 591	10 978	*	9 140	—	1 473
1971	26 818	12 980	*	12 288	—	1 550
1972	30 285	16 387	*	11 798	—	2 100
1973	29 779	18 200	*	8 498	—	3 081
1974	31 575	20 641	*	9 002	—	1 932
1975	27 167	14 812	*	8 932	467	2 956
1976	37 626	22 779	*	10 869	—	3 978
1977	37 029	22 018	*	12 510	—	2 501
1978	34 146	3 511	15 660	11 907	—	3 068
1979	40 233	4 358	15 511	16 971	—	3 393
1980	44 617	6 025	15 366	18 651	—	4 575
1981	46 875	6 792	14 944	10 454	7 235	7 450
1982	40 846	6 608	12 509	9 037	3 460	9 232
1983	39 334	5 066	14 498	8 043	4 060	7 667

* Operaciones incluidas en el primer nivel.

Fuente: ASA, Estadísticas de operaciones.

La ciudad de Culiacán está comunicada a través de rutas comerciales con seis ciudades en el país, una en el extranjero y un gran número de poblados en la sierra de Chihuahua y Durango. Las primeras siete rutas las cubre Aeroméxico con equipo y horario establecidos; una de las rutas (La Paz-Culiacán) es servida además por Aerocalifornia, la cual es una línea aérea comercial de carácter regional que opera en el Noroeste del país con un equipo DC 9-15, y tiene como base de operaciones a la ciudad de La Paz. El servicio aéreo con los poblados de la sierra lo cubren cuatro empresas alimentadoras que operan básicamente con equipo Cassna 206 con capacidad para 5 pasajeros. En la tabla 3.3 se presentan las rutas aéreas comerciales de primer nivel con las estadísticas de 1981 de pasajeros y pasajeros-km procesados, y en la tabla 3.4 se listan las rutas de tercer nivel por línea aérea.

**TABLA 3.3 ESTADÍSTICAS DE PASAJEROS POR PARES DE CIUDADES
ORIGEN – DESTINO, 1981**

PAR	DISTANCIA km	PASAJEROS		
		1981	1982	1983*
LAP – CUL	300	49 725	36 188	26 098
CUL – CEN	383	6 502	6 960	6 155
CUL – HMO	609	10 993	15 527	14 210
GDL – CUL	641	65 521	57 430	47 737
MEX – CUL	1 104	162 982	138 871	103 888
TIJ – CUL	1 448	17 854	19 769	21 125
CUL – TUS	959	5 746	860	3 701

CUL (Culiacán), LAP (La Paz), CEN (Cd. Obregón), HMO (Hermosillo), GDL (Guadalajara), MEX (Cd. de México), TIJ (Tijuana), TUS (Tucson).

* No incluye las cifras de Aerocalifornia.

Las rutas comerciales del primer nivel se cubren con equipos y horarios preestablecidos, variando solamente en algunas épocas vacacionales bien identificadas. En cambio las rutas del tercer nivel no tienen asignados horarios fijos, operando con vuelos aleatorios que se confirman a última hora en las oficinas de las aerolíneas. Adicionalmente a las rutas mostradas en la tabla 3.4 existen otras que se cubren con vuelos especiales y con la previa autorización de la oficina de la SCT en el aeropuerto, ya que dichas rutas no están incluidas en el total de autorizadas a las compañías de aviación. La figura 3.1 presenta una perspectiva de las rutas que conectan con la ciudad de Culiacán.

Las líneas alimentadoras o regionales juegan un papel importante en la actividad de los aeropuertos y en el sector comunicaciones. En el aeropuerto de Culiacán participan con más del 10% de los pasajeros y del 30% de las operaciones procesadas anualmente. Además dan servicio a un gran número de poblados y rancherías dentro y fuera de Sinaloa. No se espera un crecimiento significativo de este tipo de aviación a un corto y mediano plazo, conservándose los niveles registrados en los últimos seis años; sin embargo, a un largo plazo es factible que el ritmo de crecimiento de la demanda disminuya al igual que el número de rutas como resultado del surgimiento de algunos polos de desarrollo, producto de la construcción de nuevas carreteras en la región que comunicarán a los poblados de la sierra con los centros regionales de la costa. En la medida en que se extienda el acceso terrestre hacia la montaña, las líneas del tercer nivel irán perdiendo fuerza en contraste con los modos terrestres que tenderán a crecer y consolidarse.

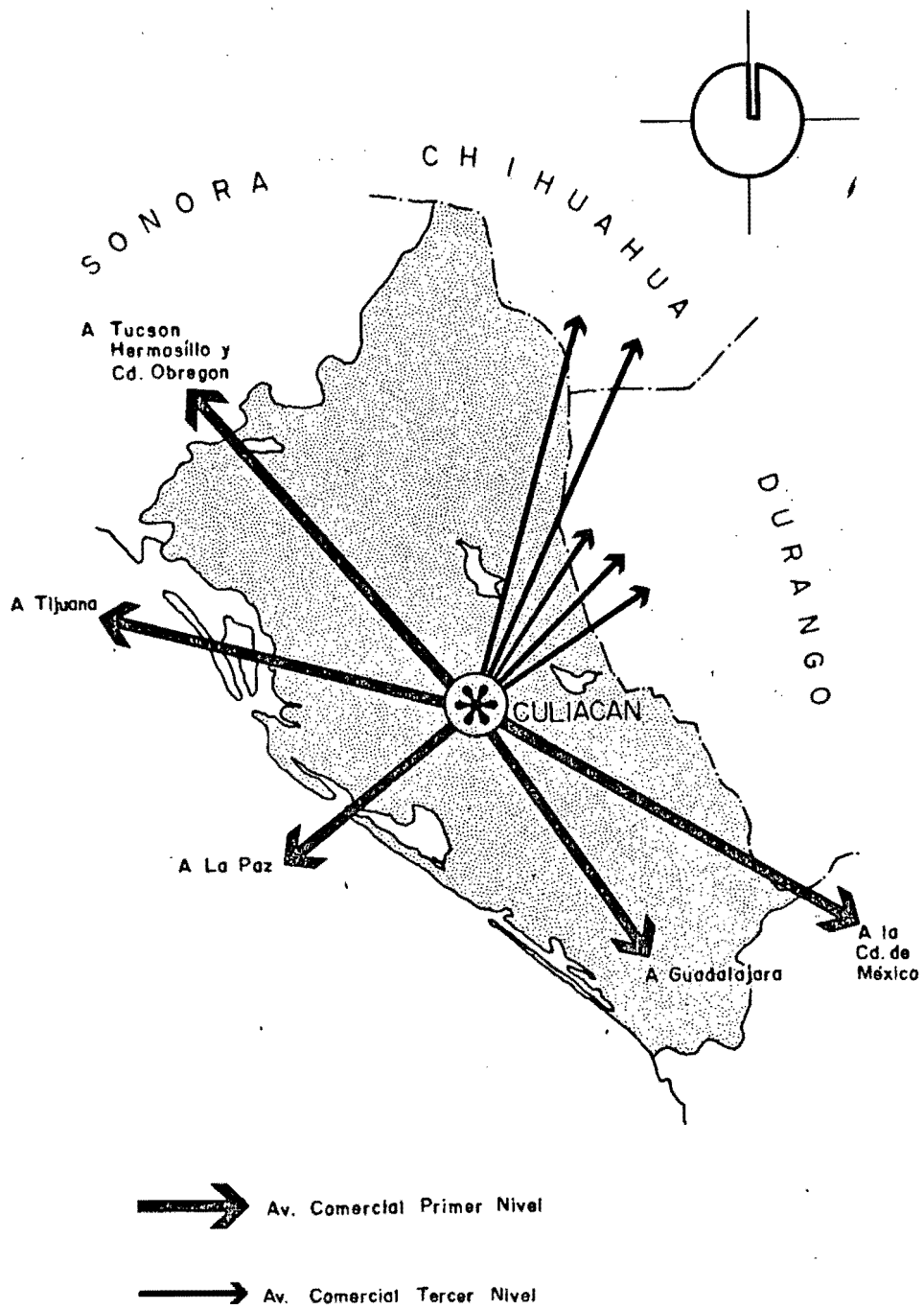


FIG. 3.1 PRINCIPALES RUTAS AEREAS

TABLA 3.4 RUTAS DEL TERCER NIVEL POR LINEA AEREA

COMPAÑIA	RUTA	RUTA
Aeroservicio Ortiz equipo: 4 Cessna 206	Sn. José del Barranco Huixiopa La Oreja Copalquin Sta. Gertrudis El Tecuan	Mesa de Rafael El Ranchito Nuevo Cianury Palmarejo Galancita
Hector Joaquín Sánchez equipo: 3 Cessna 206 2 Cessna 185	Norotal, Dgo. Platanar, Dgo. Rincón de Huajupa, Dgo. Nascogil, Dgo. Sn. Rafael, Chih. Cienega de Silva, Chih.	El Frijolar, Chih. Canoas, Chih. Calabazas, Chih. Sn. Juan de Tamazula Mesa de Sn. Juan, Dgo.
Líneas Aéreas de la Sierra S.A. de C.V. equipo: 1 Cessna 180	Sn. José del Llano Tameapa Dolores, Chih. Guadalupe y Calvo, Chih.	Canales, Dgo. Sn. Juan de Camarones, Dgo. Santiago Papasquiario, Dgo. Tamazula, Dgo.
Aeroservicio Pitty S.A. equipo: 1 Cessna 1982 1 Cessna 185 1 Cessna 206 1 Cessna 210 1 Cessna 310 2 Islander	Tecuciapa Sn. Javier Guamuchil Sn. José de Gracia Cosala Bamopa Bacacoragua Durango, Dgo. Altares, Dgo. Ojito de Camellones, Dgo. Llano Grande, Dgo.	La Candelaria, Dgo. Alisal, Dgo. Valle de Topia, Dgo. Santiago Papasquiario, Dgo. Chacala, Dgo. Palmar, Dgo. Remedios, Dgo. La Petaca, Dgo. Otaes, Dgo. Charcos, Dgo.

Los poblados sin indicación de estado pertenecen a Sinaloa.

Pronóstico de los parámetros de la demanda

A. Pronóstico de la población

Se considera que la zona de influencia del aeropuerto es un área abierta en la que el flujo migratorio no está controlado ni restringido, de tal forma que se seleccionará una técnica de pronóstico adecuada a áreas abiertas como es el método de índices. Además, se elaborará una serie de tiempo para un pronóstico complementario, cuyos resultados aportarán elementos de comparación y de evaluación al pronóstico anterior.

La serie de tiempo que mejor se ajustó a los datos de población de la tabla 2.1 es la siguiente:

$$P = -35\ 656\ 806.5 + 18\ 388.9 X$$

donde P = población de la zona de estudio

X = año para el cual se desea pronosticar la población

ρ = 0.974; coeficiente de correlación

Con la aplicación de dicha curva se estimarán para los años indicados, las siguientes cifras de población:

PRONOSTICO COMPARATIVO DE LA POBLACION

Año	Población
1980	798 426
1985	845 160
1990	937 105
1995	1 029 049
2000	1 120 994

Por otro lado, el método de índices para el pronóstico de la población establece que el crecimiento demográfico de un área exhibirá una cierta relación con la población de otra área siempre y cuando exista una semejanza entre los factores económicos, sociales, políticos y biológicos que gobiernan el crecimiento de ambas áreas. Dádos los pronósticos de población del área de referencia se estima la población del área de estudio proyectando a lo largo del horizonte de planeación la relación entre las poblaciones de la zona de estudio y la de referencia (habitantes de la zona de estudio ÷ habitantes en la zona de referencia).

El área de referencia seleccionada es el estado de Sinaloa, por lo que los índices históricos son los mostrados en la tabla 2.1 bajo el nombre de porcentajes de participación estatal. Aplicándoles una curva de ajuste del método de mínimos cuadrados se obtiene el pronóstico del índice de porcentajes de participación mostrado en la tabla 3.5 junto con los pronósticos de población para Sinaloa y para la zona de estudio.

TABLA 3.5 PRONOSTICO PROGRAMATICO DE POBLACION, 1980 - 2000

Año	Población Estatal	Indice	Población Zona de Estudio
1950	635 681	0.390	250 970
1960	938 404	0.400	331 805
1970	1'266 528	0.420	528 327
1980	1'849 879	0.430	798 426
1985	2'252 100	0.438	986 400
1990	2 559 600	0.445	1'139 000
1995	2 855 600	0.452	1'290 000
2000	3'136 300	0.459	1'440 000

Fuente: México Demográfico, Brevario 1980-81, Consejo Nacional de Población. Pronóstico de índices propio.

El pronóstico de la tabla 3.5 se considera más factible que el del cuadro anterior. La población en la zona de estudio para el año 2000 será de 1 439 000 habitantes, creciendo a una tasa promedio anual en el período 1980-2000 del 2.8%, cifra similar a la estimada por el Consejo Nacional de Población en sus proyecciones programáticas de población para Sinaloa.

La tasa promedio de crecimiento demográfico en el estado en los períodos 1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980 fueron del 2.5%, 2.7% y 5.4%, respectivamente. Dichas cifras indican una clara tendencia a la alta, sin embargo con las nuevas políticas y programas dirigidos a disminuir y controlar la explosión demográfica es lógico suponer un crecimiento de la población en la zona de

estudio del 2.8% anual en el período 1980-2000. En caso de que la efectividad de los programas de planificación familiar sea demasiado alta se podría disminuir la tasa anterior al 1.6%, con lo que los niveles de población serían los mostrados en el pronóstico comparativo de la serie de tiempo.

Dada la naturaleza compleja del problema de la explosión demográfica en México, se antoja imposible disminuir el ritmo de crecimiento hasta el 1.6% anual, por lo que se propone como más factible la cifra del 2.8% correspondiente al pronóstico obtenido con la técnica de índices (pronóstico programático).

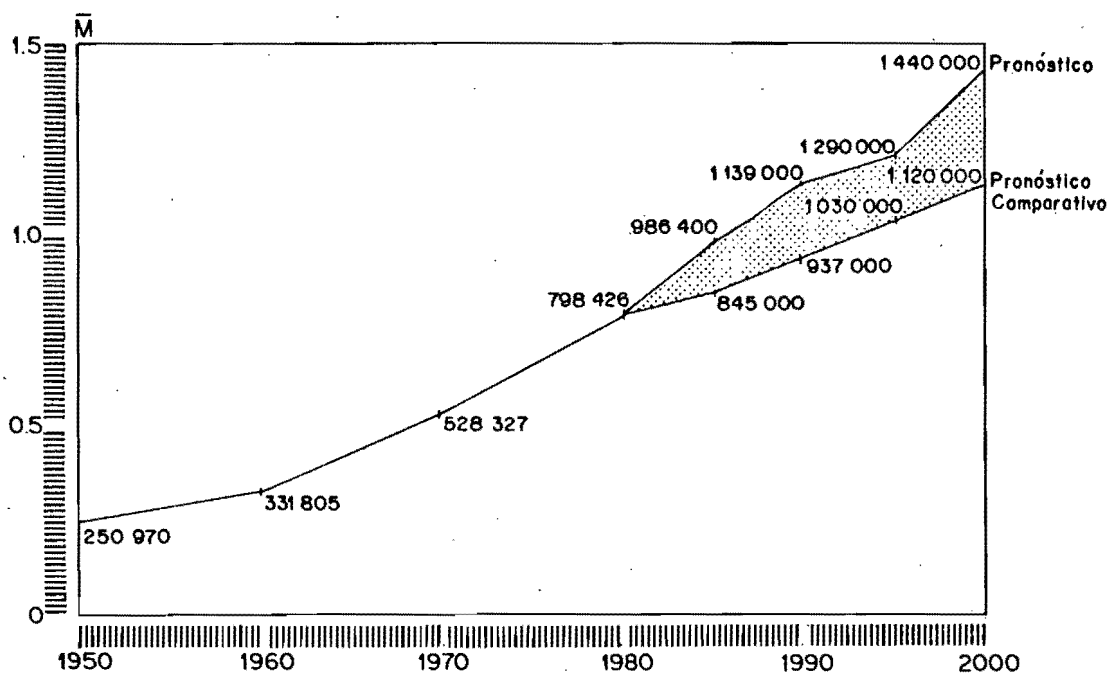


FIG. 3.2 PRONOSTICO DE POBLACION

A.1 Pronóstico de la migración

La migración es un factor importante en los análisis regionales porque permite identificar las localidades en las cuales es factible que se concentre la población y la elaboración de planes de requerimientos de servicios y de bienes así como a establecer las políticas que contrarresten las causas de la migración, propiciando la permanencia de la población en sus lugares de origen.

Los modelos teóricos antes mencionados son adecuados para el pronóstico de la migración, sin embargo no siempre es factible aplicarlos debido a la falta de estadísticas, especialmente de flujos intraregionales y rural-urbanos. En estos casos es posible elegir un camino suplementario con alguna técnica subjetiva que identifique las causas primordiales de la migración en la región en estudio.

El área de influencia del aeropuerto sobresale por su riqueza agrícola, actividad económica que genera el mayor número de empleos en la región, especialmente en el municipio de Culiacán en donde se localizan las tierras más propicias para el cultivo, y en especial para la siembra de legumbres. De las 255 000 personas que integraron el PEA regional de 1980, 65 000 correspondieron a las actividades primarias en las que el municipio de Culiacán dió empleo a 35 000 personas.

La gran demanda de mano de obra durante la siembra, cosecha y empaque de las legumbres es la principal causa de la inmigración a la región, fundamentalmente de personas provenientes de los estados de Durango, Sonora, Baja California y Jalisco, entre otros. Respecto a la migración regional del campo a las ciudades se ha venido dando como consecuencia de la carencia de servicios de educación intermedia y de salud en los poblados y rancherías: Un ejemplo típico se da en el municipio de Mocolito en donde la población se incrementó entre 1960 y 1980 en sólo 4000 personas, en contraste con el municipio de Salvador Alvarado cuya población casi se duplicó en el período 1970-1980 pasando de 29 000 habitantes en el primer año a 52 000 en el segundo.

El fenómeno migratorio se establece en función de las oportunidades de empleo en el campo y de la disponibilidad de servicios en las zonas urbanas. Con la construcción de las obras de irrigación propuestas es de esperarse una disminución del flujo del campo a la ciudad, comportamiento que podría consolidarse a corto y mediano plazo, pero que se revertiría a un largo plazo de continuar las políticas de la Secretaría de la Reforma Agraria de repartición de la tierra en predios hasta de 5 hectáreas, los cuales no obstante de ser propicias para la ocupación de mano de obra no son redituables para la compra de maquinaria. Además, la demanda de mano de obra actual en el cultivo de legumbres y hortalizas se conservará invariante a mediano plazo ya que los costos de dichos cultivos son muy altos y las nuevas tierras que se están abriendo a la agricultura no son propicias para dichos cultivos. En el renglón Servicios se han estado construyendo nuevos centros de educación intermedia en localidades pequeñas, con lo cual es de esperarse que la migración intraregional hacia los grandes centros de población disminuya un poco.

En lo que respecta a la migración interna el gobierno del estado ha identificado cuatro micro-corredores migratorios. Uno de ellos, el del área central, repercute en la zona de estudio, y su flujo se da de la siguiente forma: "La población inmigra de los municipios de Badiraguato, Mocolito y de los Altos de Culiacán, a las alcaldías de Culiacán, Salvador Alvarado y Angostura, principalmente en los meses comprendidos de diciembre a abril, es decir durante el cultivo y cosecha de hortalizas en los valles agrícolas, para que después algunos regresen a sus pueblos y otros se dirijan a la costa o a los principales centros urbanos de la región". Se encontró también que en el sur de la zona de estudio "las personas que salen de los municipios de Cosala y San Ignacio, se dirigen a la costa de Etoa, sobre todo durante la captura del camarón, y al municipio de Culiacán, al valle agrícola, para emplearse como jornaleros agrícolas"⁶.

Las obras de infraestructura hidráulica y las políticas de desarrollo educativo en el estado van a estabilizar la migración regional interna disminuyendo su tasa de crecimiento. Sin embargo falta tomar en cuenta la migración con otras entidades, la cual va a depender en gran medida de las acciones que se lleven a cabo en dichos estados. Este aspecto es difícil de evaluar ya que no hay políticas ni programas bien definidos para motivar y estimular a la población a permanecer en su lugar de origen, además de existir un gran desequilibrio económico, cultural y social entre los estados del país, lo cual propicia el flujo migratorio de las entidades más pobres a las más desarrolladas.

El método cuyos resultados de pronóstico serían los más precisos es un modelo gravitacional, sin embargo es casi imposible su aplicación por falta de estadísticas de inmigración y de emigración principalmente, sin las cuales no es posible calibrar el modelo, además de que sería necesario establecer un modelo para cada par de localidades consideradas. Las estadísticas de migración de los censos de población registran la inmigración a nivel municipal de gentes nacidas en otros estados o en el extranjero, pero no contienen la migración entre municipios de un mismo estado.

Los pronósticos de datos históricos son la alternativa a seguir, ya que existen estadísticas de la migración a nivel estatal para algunos años en particular, con los cuales se puede inferir la migración histórica y futura en la zona de estudio.

TABLA 3.6 PRONOSTICO DE MIGRACION, 1980-2000

AÑO	MIGRACION					
	Inmig.	ESTATAL Emig.	D	Inmig.	ZONA DE ESTUDIO Emig.	D
1960	95 901	78 368	17 533	38 360	31 347	7 013
1970	157 092	153 375	3 717	62 837	61 350	1 487
1980	207 562	169 984	37 578	83 025	67 994	15 031
1985	234 800	178 700	56 100	93 920	71 480	22 440
1990	259 200	187 700	71 500	103 680	75 080	28 600
1995	279 200	197 300	81 900	111 680	78 920	32 760
2000	293 500	207 400	86 100	117 400	82 960	34 440

Fuente: Prontuario Estadístico de Sinaloa 1983.

Las tasas de crecimiento de la inmigración y la emigración estatal en los períodos 1960-1970 y 1970-1980 fueron respectivamente del 5 y 2.8%, y 6.9 y 1% anual. La disminución en dichas tasas se puede explicar, por un lado, por la reducción de las tasas demográficas nacionales y, por el otro, por los programas de desarrollo económico y social a través de la promoción de parques y corredores industriales en entidades con bajos recursos.

Para el pronóstico de la migración se consideró una disminución paulatina de la tasa de inmigración hasta llegar al 1% en el período 1995-2000, en contraste con la conservación uniforme de la tasa de emigración del 1% entre 1980 y el 2000. De las proyecciones estatales se estimaron las respectivas a la zona de estudio, considerando que se mantendría en la migración la participación del 40% de la población regional con respecto al global estatal. En la tabla 3.6 se pueden apreciar las cantidades estimadas para la migración estatal y regional hasta el año 2000.

B. Pronóstico del PIB regional

El producto interno bruto es la variable que considera la evolución económica de la región, de tal forma que su incorporación al análisis de la actividad aérea permite establecer un modelo de la demanda ligado al desarrollo regional.

La metodología propuesta para pronosticar el PIB es de tipo tendencial, formada por las estadísticas históricas y las tasas de crecimiento propuestas en el Plan Global de Desarrollo 1983-1988. Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de datos al nivel de desagregación deseado es el principal obstáculo a los análisis de sistemas, siendo necesario establecer algunos considerandos lógicos que permitan estimar las cifras buscadas. En el caso del PIB, la situación prevaleciente es la falta de datos de dicha variable a nivel estatal para años anteriores a 1980, a excepción de 1970 y 1975 para los cuales si hay cifras. Hablar de un nivel de desagregación menor del PIB es prácticamente imposible.

La estimación del PIB de la zona de estudio se hizo deduciendo del PIB nacional el estatal anual, y aplicando a las cantidades obtenidas un factor constante de 0.4 para obtener las cifras correspondientes a la región. Dado que solamente se dispone de tres cantidades reales del PIB estatal, las cuales tienen porcentajes de participación con el global nacional muy semejantes, se procedió a interpolar entre dichos porcentajes para estimar la participación anual de Sinaloa, y así deducir el PIB estatal asociado. Anteriormente se mostraron cifras que hacen indicar que la zona de estudio aporta alrededor del 40% de la producción del estado, por lo que se consideró que el PIB de dicha zona representa el 40% del total estatal.

Para el pronóstico del PIB de la zona de estudio se utilizó una serie de tiempo aplicada a las estadísticas de 1970 a 1983, obteniéndose los resultados y los parámetros mostrados en la tabla 3.7. Las tasas de crecimiento del PIB regional medido en pesos constantes de 1984 han ido disminuyendo, pasando del 7.4% en el período 1970-1975 al 4.6% entre 1975 y 1980. Dadas las condiciones actuales de crisis en México y en un gran número de países del resto del mundo, es de esperarse que dicha tendencia se conserve durante los próximos quince años. De darse el escenario del pronóstico, el PIB regional medido en pesos de 1984 crecería al 3.3% entre 1985 y 1990, al 2.9% de 1980 a 1995 y al 2.5% en el quinquenio de 1995 al año 2000. Adicionalmente, el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 propone para el sector agropecuario un ritmo de crecimiento entre el 3.5 y 4.5% promedio anual, el cual es similar al estimado para el período 1985-1990 considerando que en 1983 y en los primeros 6 meses de 1984 las cifras reales han quedado por debajo de los pronósticos del Plan de Desarrollo.

TABLA 3.7 PRONOSTICO DEL PIB REGIONAL, 1983-2000

AÑO	DEFLACTOR DEL PIB	PRODUCTO INTERNO BRUTO*	
		ESTATAL	REGIONAL
1970	31.475	342 583.3	137 033.3
1971	30.119	363 952.0	145 580.8
1972	28.522	400 625.7	160 250.3
1973	25.376	439 816.8	175 926.7
1974	20.464	465 856.8	186 342.7
1975	17.536	492 253.1	196 901.2
1976	14.408	498 521.1	199 408.4
1977	12.358	570 387.2	228 154.9
1978	9.235	535 092.5	214 037.0
1979	7.684	518 994.3	207 597.7
1980	5.970	616 337.4	246 535.0
1981	4.713	664 463.7	265 785.5
1982	2.971	671 476.0	268 590.4
1983	1.450	690 500.0	276 200.0
1984	1.000	716 750.0	286 700.0
1985	0.733	743 000.0	297 200.0
1990	0.247	875 000.0	350 000.0
1995	0.0809	1 006 500.0	402 600.0
2000	0.0265	1 138 000.0	455 200.0

* Millones de pesos de 1984.

$$Y = -20\,612\,409.56 + 10\,533.847 X ; R = 0.970$$

Y = PIB, X = año de pronóstico.

C. Pronóstico de los factores de costo de las tarifas aéreas.

El incremento en los precios de las tarifas aéreas repercute de una forma negativa en la demanda, o sea que al incrementarse las tarifas disminuye el tráfico. De aquí su importancia en el análisis y pronóstico de la demanda.

Pueden existir diferentes procedimientos para el análisis de los cambios de los precios de pasaje de avión, como serían el trabajar directamente con las tarifas analizando las variaciones para cada ruta ó el tratar con los factores de cálculo de las tarifas. El primer método es adecuado cuando el número de rutas es reducido y se dispone de estadísticas de los incrementos en las tarifas; sin embargo, en un aeropuerto o en una empresa aérea que posea las concesiones de un gran número de rutas es difícil aplicar dicho método, siendo más conveniente aplicar el método de análisis a los factores de costo.

Las tarifas aéreas para cualquier ruta se estiman en base a dos factores, el fijo y el variable, los cuales adquieren valores dependiendo de la ruta (normal, fronteriza, internacional, especial) y del equipo de vuelo a utilizar. El primer factor considera los gastos fijos de la compañía por pasajero transportado, y el segundo los gastos del vuelo, de tal forma que la tarifa aérea se compone del factor fijo más el producto del factor variable por la distancia de la ruta en kilómetros (ver anexo A.3). Para el precio total habrá que agregar el impuesto al valor agregado (IVA) y el cargo por derecho de uso de aeropuerto (DUA).

Las variaciones de las tarifas son el resultado de ajustes en los factores, por lo que al analizar los factores se estarán considerando indirectamente las tarifas de todas las rutas, pero sin el laborioso trabajo que el estudio de cada una de ellas implicaría. Se consideró que las siete rutas que comunican al aeropuerto de Culiacán eran rutas normales, analizándose exclusivamente los factores para ésta categoría, no obstante de que la ruta CUL-TUC es internacional. El tráfico de pasajeros entre Culiacán y Tucson no es representativo de la actividad del aeropuerto, por lo que su exclusión del análisis de los factores no repercutirá en el resultado final. En la tabla 3.8 se presentan las estadísticas y el pronóstico del factor fijo.

TABLA 3.8 PRONOSTICO DEL FACTOR FIJO DE LAS TARIFAS AEREAS, 1984-2000

AÑO	FACTOR FIJO	
	pesos corrientes	pesos de 1984
1970	50.00	1 573.75
1971	50.00	1 505.95
1972	50.00	1 426.10
1973	50.00	1 268.80
1974	60.00	1 227.84
1975	66.00	1 157.38
1976	77.66	1 118.93
1977	91.08	1 125.57
1978	100.18	925.16
1979	119.33	916.89
1980	140.66	839.75
1981	179.00	843.45
1982	282.50	839.31
1983	588.63	854.11
1984	840.21	840.21
1985	1 150.00	842.95
1990	3 765.00	929.96
1995	12 960.00	1 048.46
2000	44 450.00	1 177.93

Fuente: SCT, Dirección de Tarifas.

El pronóstico del factor fijo de la tabla 3.8 se calculó en base a un modelo ajustado a las estadísticas de 1975 a 1984, y en un análisis subjetivo que considera los posibles aumentos de dicho factor en términos de pesos de 1984.

Las cifras de pronóstico obtenidas con el modelo (figura 3.3) se utilizaron como nivel de referencia, observándose que la cantidad de 25 000 pesos estimada para el año 2000 equivaldría a 662.50 pesos de 1984, lo cual sería el resultado de una disminución del valor real de las tarifas a

una tasa del 1.6% anual. Dado que la tendencia mostrada es a la baja, se consideró que sería mejor realizar un análisis de las tasas de crecimiento históricas y deseadas del factor fijo en pesos corrientes, del cual se determinó que el crecimiento en los períodos 1975-1980 y 1980-1984 fué del 12.6% y 41.5% anual, respectivamente, por lo que el suponer un crecimiento promedio anual del 28% (pronóstico subjetivo) entre 1985 y el año 2000, estaría tomando en consideración la política económica de fortalecimiento y de reducción de la inflación, pero sin alcanzar los bajos índices de inflación hasta antes de 1980. De esta forma, se considera que el pronóstico subjetivo es el mas factible de suceder.

El pronóstico del modelo matemático de la figura 3.3 sirve como marco de referencia y como cota inferior al posible rango de valores de los factores fijos. En caso de que los niveles reales sean superiores a los estimados se estaría actuando de una manera conservadora con el pronóstico elegido, ya que el efecto de los incrementos de las tarifas sobre la demanda estaría suavizada y la demanda estimada sería mayor que la real.

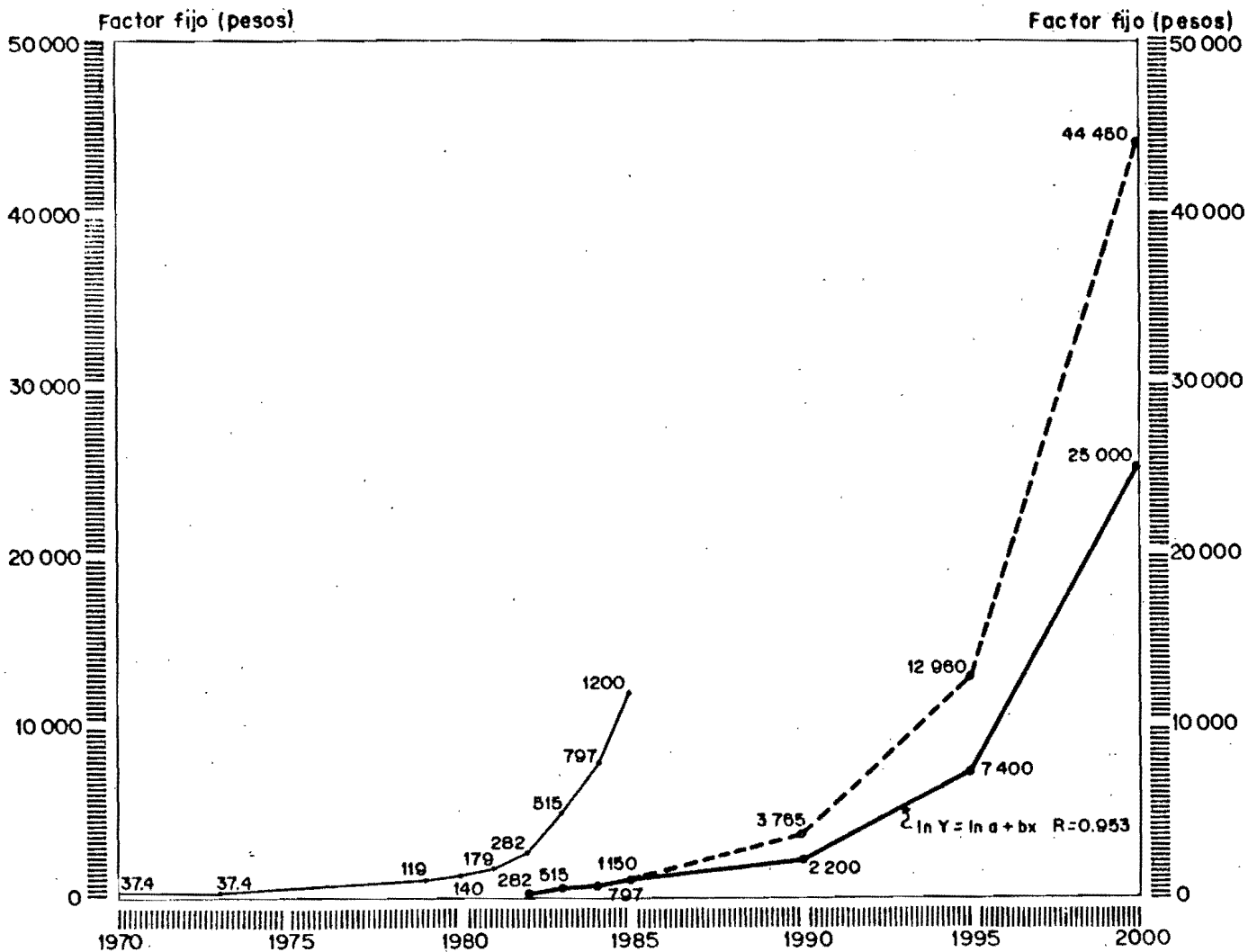


FIG. 3.3 PRONOSTICO DEL FACTOR FIJO DE LAS TARIFAS AEREAS

No se consideró en el pronóstico el factor variable, ya que al evolucionar en porcentajes similares a los del factor fijo su omisión no influye en los resultados. Además, la manera de considerarlo sería en base al monto con que participa en el costo total del pasaje, siendo necesario entonces clasificar dicho costo en rangos de distancias, lo cual implicaría optar por el método alternativo anteriormente desechado.

Pronóstico de la demanda

El tráfico de pasajeros está clasificado en dos grupos; al primero corresponden los de la aviación comercial (primer y tercer nivel), y al segundo los de la aviación general (particular nacional e internacional y oficial). La demanda de la aviación comercial es transparente, teniéndose conocimiento de sus variables explicativas y de su comportamiento; sin embargo, lo mismo no sucede con la aviación general de la cual lo único que se tiene son estadísticas, desconociéndose todavía algo de las variables explicativas de su demanda.

Se ha observado que el aspecto económico incide en ambos grupos, disminuyendo la demanda en el primero ante incrementos en las tarifas, y en el segundo por efectos devaluatorios del peso que encarecen el precio de las aeronaves, las refacciones y el servicio de mantenimiento. En 1976, año en que se devaluó el peso con respecto al dólar, se registró una pequeña reducción del tráfico de la aviación general, pasando de 19,601 pasajeros en 1975 a 16,779 en 1976. Y a partir de 1982, año en que se empezaron a sentir los síntomas de la gran deuda externa, el tráfico de pasajeros en las dos aviaciones disminuyó, pasando del nivel máximo alcanzado en 1981 con 412,698 pasajeros globales a 367 698 (-10.9%) en 1982 y 313 891 (-24%) en 1983.

El pronóstico de la demanda, en término de pasajeros, se va a desagregar en comercial y general. Para la primera se describirá su metodología posteriormente, y para la segunda se empleará un modelo matemático complementado de un análisis subjetivo. La integración de ambos pronósticos determinará la demanda global.

En una sección posterior se pronosticará la demanda en término de operaciones, estableciendo índices de pronóstico estimados en función de los promedios de pasajeros por operación, de los factores de ocupación reales y deseados, y a posibles cambios tecnológicos en las aeronaves.

A. Aviación comercial

A.1 Tráfico de pasajeros

En secciones anteriores se estableció que la demanda aérea de pasajeros es función de la población, del producto interno bruto y de la variación de las tarifas aéreas. Se pronosticaron hasta el año 2000 los niveles de dichas variables con la finalidad de utilizar dichas cifras en el pronóstico de la demanda.

Para el pronóstico de la demanda de pasajeros comerciales se aplicó un análisis de correlación a dicha demanda y a sus variables explicativas deduciéndose el modelo de regresión siguiente:

$$D = -333.27 + 0.90 X + 5.93 Y - 2.30 Z$$

en donde: D = demanda de pasajeros en miles.

X = población en miles.

Y = PIB regional en miles de millones de pesos corrientes.

Z = factor fijo de costo de tarifas, en pesos corrientes.

$R = 0.985$, coeficiente de correlación.

Con el modelo y los pronósticos de población, del producto interno bruto y del factor fijo, se estimó el tráfico aéreo hasta el año 2000, tal como se muestra en los resultados de la tabla 3.9.

Cabe mencionar que se probaron otros tipos de regresiones lineales con variaciones en los exponentes de las variables, y en la medida del PIB y del factor de tarifas tanto a pesos corrientes como a pesos constantes de 1984, seleccionándose el modelo mencionado, el cual considera pesos corrientes para esas dos últimas variables.

De las estadísticas de pasajeros de 1978 a 1983 se observa que la participación porcentual de las líneas del tercer nivel ha venido disminuyendo con respecto al tráfico comercial, no obstante de haber estado creciendo en número de pasajeros. Lo anterior es el resultado de un diferencial en las tasas de crecimiento de las aviaciones del primero y tercer nivel, pues mientras el volumen de pasajeros de la primera creció al 2.6% en promedio anual, la segunda decreció. Se observa también que en los años de crisis (1982-1983) durante los cuales la actividad aérea empezó a disminuir, el sector comercial del primer nivel se resintió con reducciones en su tráfico mientras el sector del tercer nivel captaba un mayor número de pasajeros. Esto indica que el mercado de las líneas del tercer nivel, además de estar íntimamente ligado a la economía nacional lo está también al desarrollo de la región.

En la figura 3.4 se presenta el pronóstico de la demanda de pasajeros de la aviación comercial, obtenido con la aplicación del modelo de regresión anterior y los pronósticos de las tres variables independientes mostrados en la tabla 3.9. La desagregación por tipo de aviación se hizo considerando que la participación de la aviación del tercer nivel seguiría disminuyendo como resultado de la construcción de nuevas vías de comunicación hacia las localidades de la sierra, v.g.r. la carretera Badiraguato-Durango, y de un desarrollo más acelerado de la aviación del primer nivel. En este marco se tiene que el tráfico de pasajeros del tercer nivel crecerá a una tasa del 1.5% anual, en el período 1985-2000, en comparación con la cifra del 6% de la aviación comercial del primer nivel.

TABLA 3.9 PRONOSTICO DE PASAJEROS DE LA AVIACION COMERCIAL, 1984-2000

AÑO	POBLACION 10 ³	PIB* 10 ⁹	TARIFAS* (F.F.)	PASAJEROS ¹ 10 ³
1970	528.327	4.353	50.00	62.16
1971	554.205	4.833	50.00	82.92
1972	581.352	5.618	50.00	110.38
1973	609.828	6.932	50.00	127.60
1974	639.699	9.105	60.00	160.05
1975	671.033	11.228	66.00	185.30
1976	694.670	13.840	77.66	231.24
1977	719.170	18.462	91.08	229.21
1978	744.540	23.176	100.18	242.81
1979	770.800	27.016	119.33	297.57
1980	798.426	41.295	140.66	340.61
1981	832.910	56.394	179.00	354.97
1982	868.884	90.404	282.50	313.86
1983	906.412	190.482	588.63	268.39
1984	945.560	286.700	840.21	292.05
1985	986.400	405.457	1 150.00	321.68
1990	1 139.000	1 417.004	3 765.00	451.96
1995	1 290.000	4 976.514	12 960.00	577.26
2000	1 440.000	17 177.358	44 450.00	737.43

* Pesos corrientes.

¹ Pasajeros de la aviación comercial.

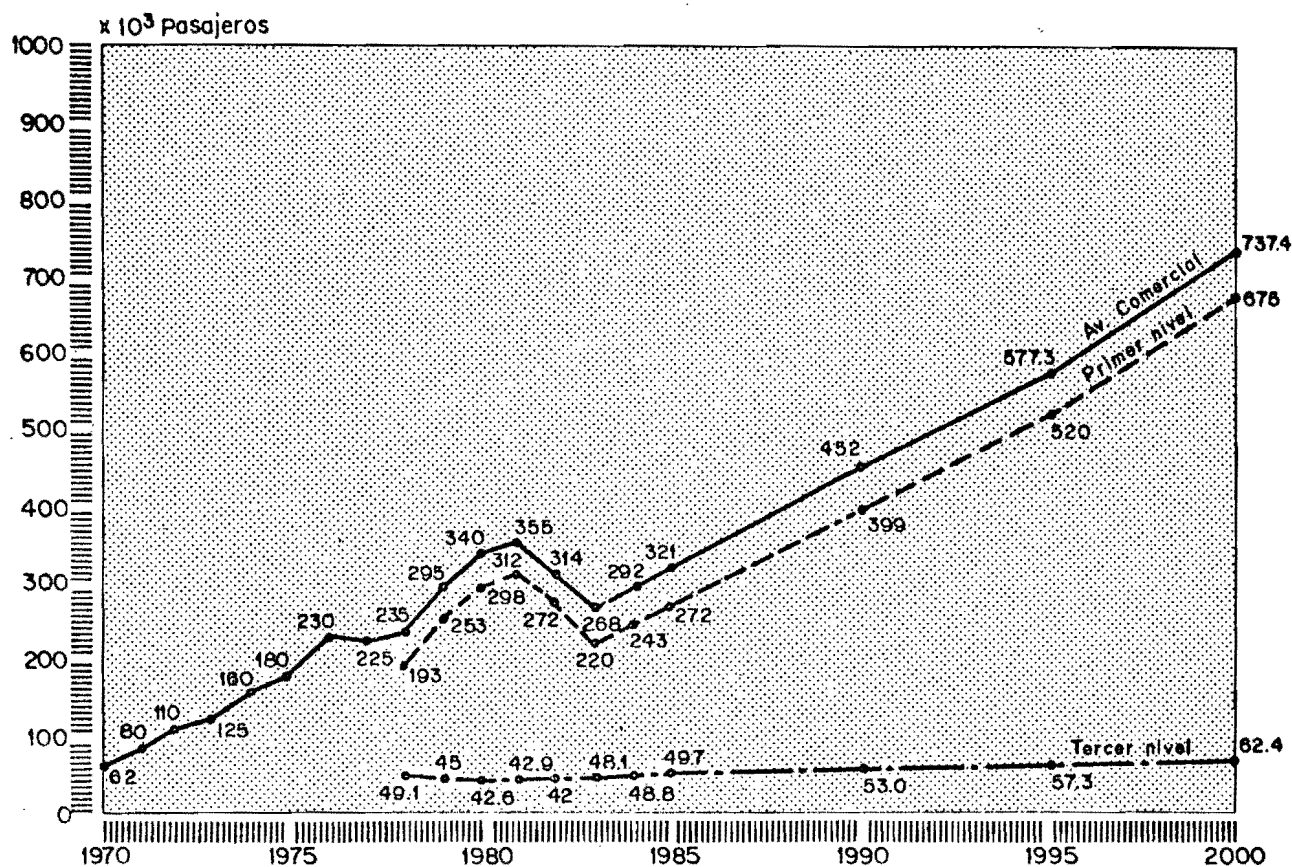


FIG. 3.4 PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE PASAJEROS DE LA AVIACION COMERCIAL, 1984-2000

A.2. Operaciones aéreas

Es claro que el número de pasajeros y el de operaciones están estrechamente ligados, por lo que se puede suponer que el tráfico de operaciones es también función del número de habitantes en la región, del PIB regional y de las tarifas aéreas, además del tamaño de las aeronaves y de los factores de ocupación deseados (porcentaje de usuarios con respecto al número total de asientos disponibles):

Existen diversos métodos de pronóstico aplicables a la demanda de operaciones. El primero consiste en utilizar el pronóstico de pasajeros, dada la relación existente entre operaciones y pasajeros, transformando las cifras a número de operaciones con la ayuda del pronóstico del promedio de pasajeros por operación. El segundo método consiste en determinar la curva de regresión de mejor ajuste para el número de operaciones comerciales; dicho método consistiría en la obtención del modelo de regresión de la demanda de operaciones aplicable a las tres variables regionales anteriores. Un tercer método consistiría en considerar un factor lógico de ocupación como la cota superior factible de alcanzar para el último año del horizonte de planeación, e interpolando para los años intermedios. El cuarto y último método sería el analizar los promedios de pasajeros por operación de otros aeropuertos en regiones con características económicas similares pero con mayores volúmenes de tráfico, y seleccionar aquel que subjetivamente mejor se adapte al aeropuerto en estudio.

Estos métodos se pueden aplicar al tráfico de operaciones global o por tipo de aviación. La selección de uno de ellos dependerá del criterio del planeador y de la información disponible de otros aeropuertos y de las regiones en que se localizan. Cualquiera de los cuatro procedimientos se considera adecuado, aunque es recomendable el aplicar varios de ellos para comparar resultados y seleccionar el que parezca más lógico.

Se considera importante el tomar en cuenta los cambios tecnológicos de las aeronaves comerciales y los planes de adquisición de equipo de las compañías aéreas, ya que cambios sustanciales en las capacidades de los aviones implican una mayor oferta de asientos para un mismo número de operaciones y necesidades diferentes de infraestructura aeroportuaria y de equipo terrestre.

En cuanto a los factores de ocupación de las aeronaves, estos son indicadores del grado de utilización del equipo de vuelo y del tráfico de operaciones. Su aplicación principal se da en las compañías aéreas en la asignación de equipo a cada ruta, sin embargo es también muy útil en el proceso de planeación de un aeropuerto pues permite identificar los márgenes de subutilización de las aeronaves, que en términos de demanda equivalen al incremento marginal posible del número de pasajeros sin aumentar el número de vuelos. Un factor de ocupación del 80% se considera por las líneas aéreas como óptimo, ya que dicho factor es un promedio de las variaciones estacionales de la demanda por lo que valores superiores a esa cifra implicarían frecuentes sobreutilizaciones del equipo de vuelo y niveles considerables de demanda insatisfecha.

La metodología seleccionada para el pronóstico del número de operaciones en el aeropuerto de Culiacán fue de tipo mixto, elaborándose tres pronósticos diferentes: el primero considerando un crecimiento del factor de ocupación hasta alcanzar en el año 2000 la cifra del 80%, el segundo aplicando una serie de tiempo, y el tercero aplicando el método de analogías al promedio de pasajeros por operación de la aviación del primer nivel. La decisión final quedó integrada por el pronóstico de analogías para la aviación del primer nivel y el pronóstico mostrado en el anexo A.6 para la aviación del tercer nivel. Los resultados se presentan en la figura 3.6 y en la tabla 3.10.

El primer pronóstico considera que las aviaciones comerciales de primer y tercer nivel alcanzarán para el año 2000 factores de ocupación del 80%. Los vuelos comerciales del primer nivel que actualmente llegan a Culiacán son en equipos DC 9, en sus diferentes versiones, y se espera que durante los próximos 15 años el modelo predominante sea el DC9-30 o algún otro similar con capacidad de 115 asientos, cantidad que se reduce a 92 una vez que se le aplica el factor de ocupación propuesto. En el caso de la aviación del tercer nivel el equipo de vuelo predominante es el Cessna 206 con una capacidad de 5 asientos, equivalentes a 4 asientos efectivos. Los resultados de éste pronóstico se presentan en el anexo A.5.

Las segundas cifras de pronóstico del anexo A.6 se obtuvieron con la ecuación de regresión mostrada al pie del anexo anterior, la cual se obtuvo para los promedios de pasajeros por operación de la aviación comercial registrados en el período 1967-1983. De un análisis de las estadísticas de pasajeros por operación se observó que existía una relación de 3.3 : 1 entre las cifras promedio de la aviación del primer nivel y la total comercial, considerándose para el pronóstico que dicha proporción se mantendría a futuro. Con el pronóstico de pasajeros y los dos pronósticos anteriores de pasajeros por operación se calcularon los pronósticos de operaciones de la aviación comercial total y de primer nivel, determinándose por diferencia las correspondientes al tercer nivel. Cabe agregar que se probaron algunas regresiones para el número de operaciones comerciales totales y por componentes, pero no se aceptaron debido a que tenían coeficientes de correlación demasiado bajos y las cifras de pronóstico estaban muy fuera de la realidad.

Para aplicar el método de analogías se seleccionaron cinco aeropuertos, tres de ellos en localidades con características económicas como las que podría tener la ciudad de Culiacán dentro de

algunos años y los otros dos de tipo fronterizo con niveles de tráfico superiores al del aeropuerto en estudio. Lo que se pretende con esto es determinar a futuro la actividad aérea del aeropuerto de Culiacán por comparación con la actividad de otro aeropuerto con características y medio ambiente similar. Dado que ya existen los pronósticos de pasajeros, el parámetro de pronóstico será el promedio de pasajeros por operación*, mostrándose en la figura 3.5 las cifras de los cinco aeropuertos de referencia y del de Culiacán. De un análisis completamente subjetivo se dedujo que la imagen objetivo de la ciudad de Culiacán para el año 2000 sería en cierto grado parecida a la de Guadalajara en 1980 pero a una escala un poco menor, por lo que el número de pasajeros por operación factible de alcanzar en el aeropuerto de Culiacán para el año 2000 deberá ser un poco menor a la cifra promedio de 62 registrada por aquel aeropuerto en 1980. De esta manera se seleccionó la cantidad de 58 pasajeros por operación, misma que ya había sido registrada en Culiacán durante 1979.

Finalmente, el pronóstico de operaciones definitivo se compuso por las cifras de método de analogías para la aviación del primer nivel y por las tendenciales del anexo A.6 para la aviación del tercer nivel. Ambas cifras y su total se muestran en la figura 3.6 y en la tabla 3.10.

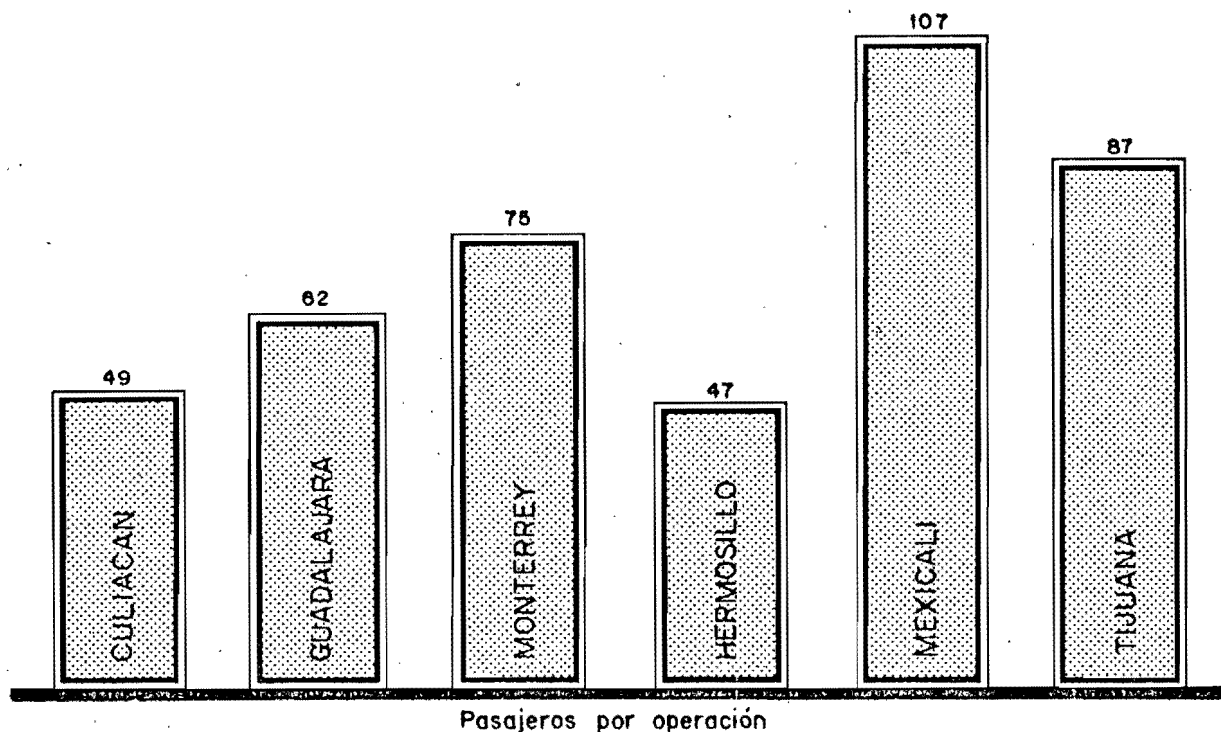


FIG. 3.5 PASAJEROS POR OPERACION COMERCIAL DE PRIMER NIVEL, 1980.

* Estos promedios se refieren exclusivamente a la aviación comercial del primer nivel, por ser ésta la crítica en el diseño de los aeropuertos aportando el mayor número de pasajeros y estableciendo las dimensiones de las instalaciones, además de ser la que está más íntimamente ligada a la actividad económica regional.

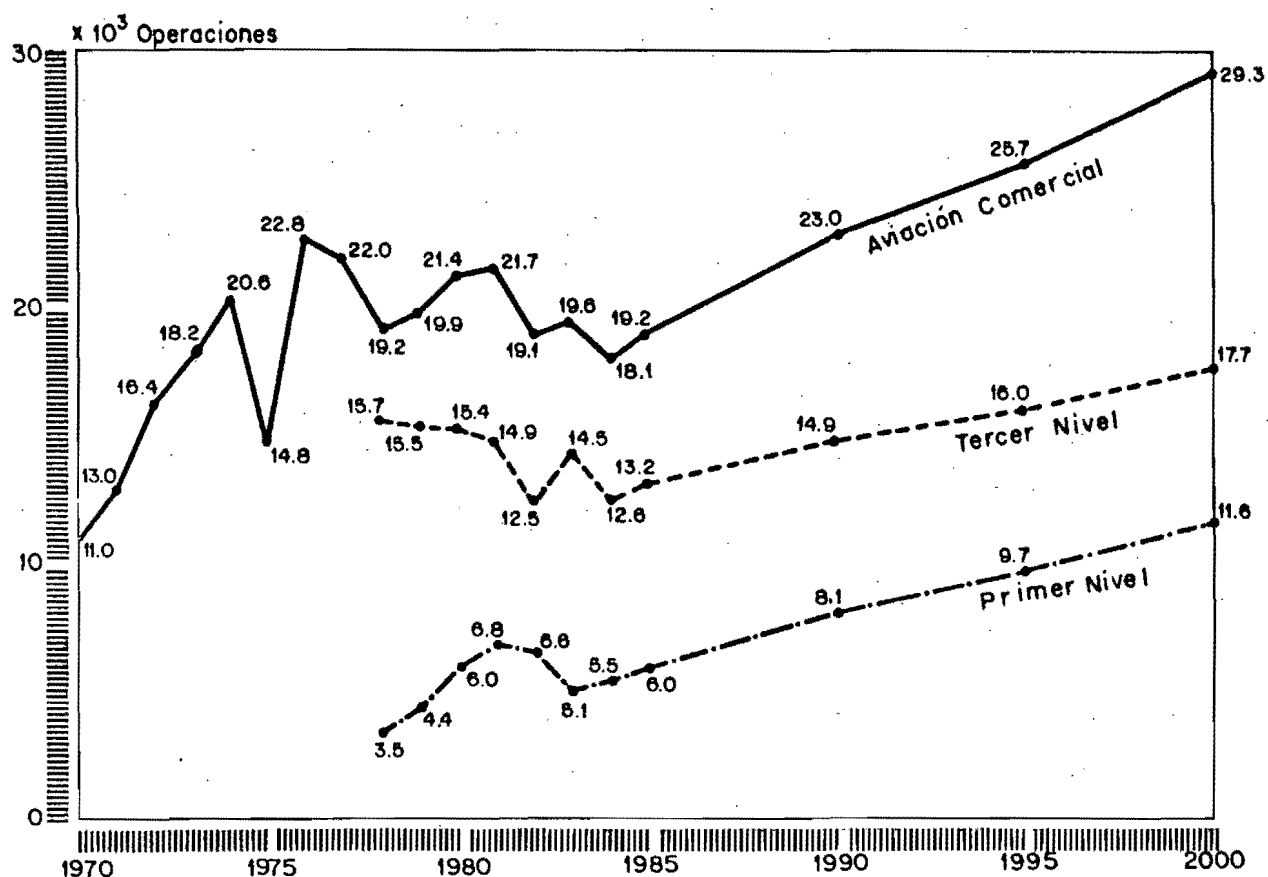


FIG. 3.6 EVOLUCION DE LAS OPERACIONES DE LA AVIACION COMERCIAL

TABLA 3.10 PRONOSTICO DE OPERACIONES DE LA AVIACION COMERCIAL, 1984-2000

AÑO	TOTAL		AVIACION COMERCIAL PRIMER NIVEL		TERCER NIVEL	
	Operaciones	Pax/op	Operaciones	Pax/op	Operaciones	Pax/op
1970	10 978	5.40	10 978	5.40	*	—
1975	14 812	12.51	14 812	12.51	*	—
1980	21 391	15.92	6 025	49.45	15 366	2.78
1983	19 564	13.72	5 066	43.48	14 498	3.32
1984	18 150	16.09	5 500	44.33	12 650	3.86
1985	19 250	16.71	6 000	45.19	13 250	3.75
1990	23 050	19.60	8 100	49.46	14 950	3.54
1995	25 750	22.42	9 700	53.73	16 050	3.57
2000	29 300	25.17	11 600	58.00	17 700	3.53

* Incluidas con las del primer nivel.

B. Aviación general

B.1 Tráfico de pasajeros

En lo que respecta a la aviación general no existe una metodología calificada como la mas adecuada, quedando al criterio del planeador seleccionar la técnica de pronóstico mas conveniente. Ashford establece que se requiere una cantidad considerable de juicio subjetivo para la generación de pronósticos de la aviación general, los cuales se basan comunmente en tendencias a nivel nacional y en estadísticas locales.

En este contexto se analizó una serie de tiempo aplicada a las estadísticas de pasajeros globales de la aviación general, con un coeficiente de correlación de 0.896, que aunque no es muy alto es lo suficientemente adecuado para el pronóstico. La desagregación de la demanda por componente se realizó suponiendo que la participación porcentual de la aviación nacional crecería a partir de 1984 hasta llegar al 58% en el 2000, y que el porcentaje de la aviación oficial disminuiría del 58% en 1983 al 35% en el 2000, de tal forma que se conservara en un nivel similar al promedio de la década de los 70's. El volumen de pasajeros de la aviación internacional es la diferencia entre el total y la suma del de las dos componentes anteriores.

Aquí también se hubiera podido proceder de igual manera que en la sección anterior con la aviación comercial, pronosticando la demanda de pasajeros por componente para agregarlos posteriormente en una cifra global. Sin embargo no se utilizó este procedimiento, optándose por realizar un sólo pronóstico para el total de pasajeros de la aviación general, desagregándose posteriormente por tipo de componente. Los parámetros del modelo de correlación empleado y las cifras de pronóstico se muestran en la tabla 3.11.

El pronóstico para el año 2000 de este tipo de demanda es de 110 000 pasajeros, cantidad que implica un ritmo de crecimiento a partir de 1984 del 6% en promedio anual, el que en comparación con la tasa del 9% registrada en el período 1970-1983 se considera lógico y adecuado a las condiciones actuales de la economía mexicana.

**TABLA 3.11 PRONOSTICO DE PASAJEROS DE LA AVIACION GENERAL,
1984-2000**

AÑO	TOTAL	PASAJEROS		
		Nacional	Internacional	Oficial
1970	13 122	10 267	—	2 855
1971	17 617	14 612	—	3 005
1972	15 680	11 987	—	3 693
1973	15 831	9 154	—	6 677
1974	19 100	12 821	—	6 279
1975	19 601	12 103	718	6 780
1976	16 779	10 574	—	6 205
1977	26 223	19 815	—	6 408
1978	27 001	19 327	—	7 674
1979	34 217	25 385	—	8 832
1980	50 504	27 515	—	22 989
1981	57 728	18 871	9 044	29 813
1982	53 843	17 184	3 764	32 895
1983	45 501	14 479	4 426	26 596
1984	49 000	19 600	5 400	24 000
1985	58 400	29 200	5 800	23 400
1990	75 400	39 000	6 200	30 200
1995	92 400	50 800	6 500	35 100
2000	110 000	63 800	7 700	38 500

$Y = -6\,694\,028.077 + 3\,401.725 X$; $R = 0.896$
donde Y = pasajeros totales y X = año de pronóstico.

B.2 Operaciones aéreas

La transformación de tráfico de pasajeros a operaciones se hace a través del promedio de pasajeros por operación, de la misma manera que en la aviación comercial. Primeramente se determinaron dichos promedios para cada una de las componentes de la aviación general, tomando en cuenta que en estos casos no existe un factor de ocupación deseado ya que las aeronaves son de propiedad privada y oficial. El uso generalizado de las aeronaves es en viajes de negocios, en donde no es tan importante el número de pasajeros. La Administración Federal de la Aviación de los Estados Unidos (FAA) ha estimado algunos índices del número promedio de pasajeros por aeronave, de los cuales las cifras para 1975 y 1980 son 2.20 y 2.50 pasajeros por operación, respectivamente.*

TABLA 3.12 PRONOSTICO DE OPERACIONES DE LA AVIACION GENERAL, 1984-2000

AÑO	TOTAL	OPERACIONES		
		Nacional	Internacional	Oficial
1970	10 613	9 140	—	1 473
1971	13 838	12 288	—	1 550
1972	13 898	11 798	—	2 100
1973	11 579	8 498	—	3 081
1974	10 934	9 002	—	1 932
1975	12 355	8 932	467	2 956
1976	14 847	10 869	—	3 978
1977	15 011	12 510	—	2 501
1978	14 975	11 907	—	3 068
1979	20 364	16 971	—	3 393
1980	23 226	18 651	—	4 575
1981	25 139	10 454	7 235	7 450
1982	21 729	9 037	3 460	9 232
1983	19 770	8 043	4 060	7 667
1984	22 300	10 500	4 900	6 900
1985	27 000	15 100	5 300	6 600
1990	31 400	17 600	5 600	8 200
1995	35 200	20 200	5 900	9 100
2000	39 400	22 800	7 000	9 600

Se consideraron algunas series de tiempo para el pronóstico del promedio de pasajeros por operación, seleccionándose solamente la ecuación lineal de la aviación nacional y descartándose las de las aviaciones internacional y oficial por tener coeficientes de correlación bajos (menores del 75%). Se consideró que el número de pasajeros por operación de la aviación internacional se mantendría constante en 1.1 y que el de la aviación oficial crecería hasta alcanzar la cifra de 4 pasajeros por operación, similar al promedio de la aviación oficial en la red del país durante 1980. En el anexo A.7 se presentan los parámetros de la ecuación anterior y los pronósticos del nivel de ocupación, y en la tabla 3.12 se muestra el pronóstico de las operaciones de la aviación general, tanto global como por componente.

Las tasas de crecimiento promedio anuales en los períodos de 1970-1985 y 1985-2000 son del 3.5% y 3.7%, respectivamente, lo que indica que no se esperan grandes cambios en la aviación general, la cual seguirá un patrón similar al de los últimos quince años.

* Ashford, op. cit., pág. 50.

C. Pronóstico global de pasajeros y operaciones

A continuación se presenta el pronóstico global de pasajeros y operaciones del aeropuerto de Culiacán. Las cifras son el resultado de la suma de los pronósticos desagregados de la aviación comercial y de la general. Debido a la incertidumbre que rodea las técnicas de pronóstico y a su dependencia en los conocimientos del sistema por parte del consultor lo más probable es que las cifras estimadas diverjan de las reales, sin embargo se espera que el nivel de discrepancia sea aceptable. Esto no quiere decir que se esté justificando la inexactitud de las metodologías o la inexperiencia del encargado del estudio, sino simplemente establecer que se tienen presentes las limitaciones que rodean un pronóstico, y que debido a la naturaleza continúa del proceso de planeación se requiere de una retroalimentación permanente de información.

Analizando las cifras de las tablas 3.13 y 3.14 se observa que el tráfico de pasajeros se incrementará en 500 000 unidades durante los próximos 15 años, pasando de 340 000 pasajeros en 1984 a 850 000 en el año 2000. La aviación comercial aportará el 90% y la general el 10% de dicho incremento, y el tráfico de ambas crecerá a una tasa promedio del 6.4% y 5.5% anual, respectivamente.

En término de operaciones el tráfico aéreo pasará de 39 000 operaciones en 1983 a 69 000 en el 2000, incrementándose a una tasa del 3.4% promedio anual. La aviación comercial crecerá en promedio al 2.4% anual, y la general al 4.1%, sobresaliendo la aviación general nacional que representará el 33% de la cantidad global en el 2000.

TABLA 3.13 PRONOSTICO DE PASAJEROS ANUALES POR TIPO DE AVIACION, 1970-2000

AÑO	TOTAL	PASAJEROS				
		AV. COMERCIAL		Nacional	AV. GENERAL	
		1er. Nivel	3er. Nivel			Internacional
1970	75 282	62 160	*	10 267	—	2 855
1975	204 903	185 302	*	12 103	718	6 780
1980	391 112	297 925	42 683	27 515	—	22 989
1984	341 050	243 250	48 800	19 600	5 400	24 000
1985	380 080	272 000	49 680	29 200	5 800	23 400
1990	527 360	399 000	52 960	39 000	6 200	30 200
1995	669 660	520 000	57 260	50 800	6 500	35 100
2000	847 430	675 000	62 430	63 800	7 700	38 500

* Incluidos con los del primer nivel.

**TABLA 3. 14 PRONOSTICO DE OPERACIONES ANUALES POR TIPO DE AVIACION
1970-2000**

AÑO	TOTAL	OPERACIONES				
		AV. COMERCIAL 1er. Nivel	3er. Nivel	Nacional	AV. GENERAL Internacional	Oficial
1970	21 591	10 978	*	9 140	—	1 473
1975	27 167	14 812	*	8 932	467	2 956
1980	44 617	6 025	15 366	18 651	—	4 575
1984	40 450	5 500	12 650	10 500	4 900	6 900
1985	46 250	6 000	13 250	15 100	5 300	6 600
1990	54 450	8 100	14 950	17 600	5 600	8 200
1995	60 950	9 700	16 050	20 200	5 900	9 100
2000	68 700	11 600	17 700	22 800	7 000	9 600

* Incluidas con las del primer nivel.

Pasajeros y operaciones en hora pico

Las metodologías anteriores no consideran la estacionalidad mensual de la demanda ni tampoco sus niveles en hora pico, factores indispensables en el diseño de las instalaciones. Sin embargo, es posible pasar del tránsito promedio mensual de pasajeros al tránsito en hora pico, utilizando la siguiente metodología propuesta por Ashford⁷:

- Promedio mensual de pasajeros = 0.08417 x tráfico anual de pasajeros
- Promedio diario de pasajeros = 0.03226 x tráfico promedio mensual
- Tráfico en día pico = 1.26 x tráfico promedio diario
- Tráfico en hora pico = 0.0917 x tráfico en día pico

El tráfico en hora pico se transforma en operaciones en hora pico con la ayuda de los promedios de pasajeros por operación. Este procedimiento se puede hacer a nivel agregado, sin embargo es recomendable hacerlo para cada tipo de aviación y agregar los resultados en una cifra final total.

Otro método utilizado en el cálculo del tráfico de pasajeros en hora pico es el denominado proporción estandar de ocupación (SBR), que es el tráfico correspondiente a la treintaba hora de mayor demanda en el año. El pronóstico de tráfico en hora pico se logra pronosticando el coeficiente SBR y multiplicándolo por la demanda anual del año de interés. El procedimiento se resume a continuación:

- Determinación del SBR y del tráfico anual histórico
- Cálculo del coeficiente SBR:

$$\text{Coeficiente SBR} = \frac{\text{SBR}}{\text{tráfico anual}}$$

- Pronóstico del coeficiente SBR
- Pronóstico de la demanda
- Tráfico en hora pico = Coeficiente SBR x Demanda

Ambos métodos son útiles y fáciles de aplicar, habiendo sido utilizados por la Autoridad del Puerto de New York, el primero, y por algunos planeadores europeos, el segundo⁸. El primer método es de aplicación sencilla y requiere solamente del pronóstico previo de la demanda, sin embargo no toma en consideración las variaciones horarios del tráfico que normalmente se presentan entre aeropuertos de diferente clasificación (turísticos, regionales, locales, industriales, etc.), debido a que sus parámetros son constantes. El segundo método también requiere de un

pronóstico previo de la demanda, además de los registros horarios de tráfico los cuales normalmente se procesan para cada aeropuerto; su ventaja sobre el primer método es que sí considera las variaciones del tráfico. En la figura 3.7 se muestra cómo el patron de estacionalidad mensual de pasajeros depende de la función del aeropuerto.

Respecto a la estacionalidad mensual del tráfico de pasajeros, en la figura 3.7 se presentan las curvas de los porcentajes de variación de la demanda mensual con respecto a la media, observándose claramente que cada aeropuerto sigue un patron diferente. Sobresale la curva del aeropuerto de Acapulco (ACA), el cual por su misma naturaleza turística registra los mayores movimientos de pasajeros en los meses de diciembre a abril, periodo en el cual existe la mayor afluencia de turistas extranjeros a nuestro país. Los otros tres aeropuertos tienen curvas diferentes, sin embargo sus cambios en la demanda sigue un comportamiento similar en el sentido de registrar en los mismos meses del año los puntos de mayor y menor tráfico. La mayor similitud se presenta entre las curvas de Guadalajara (GDL) y Culiacán (CUL).

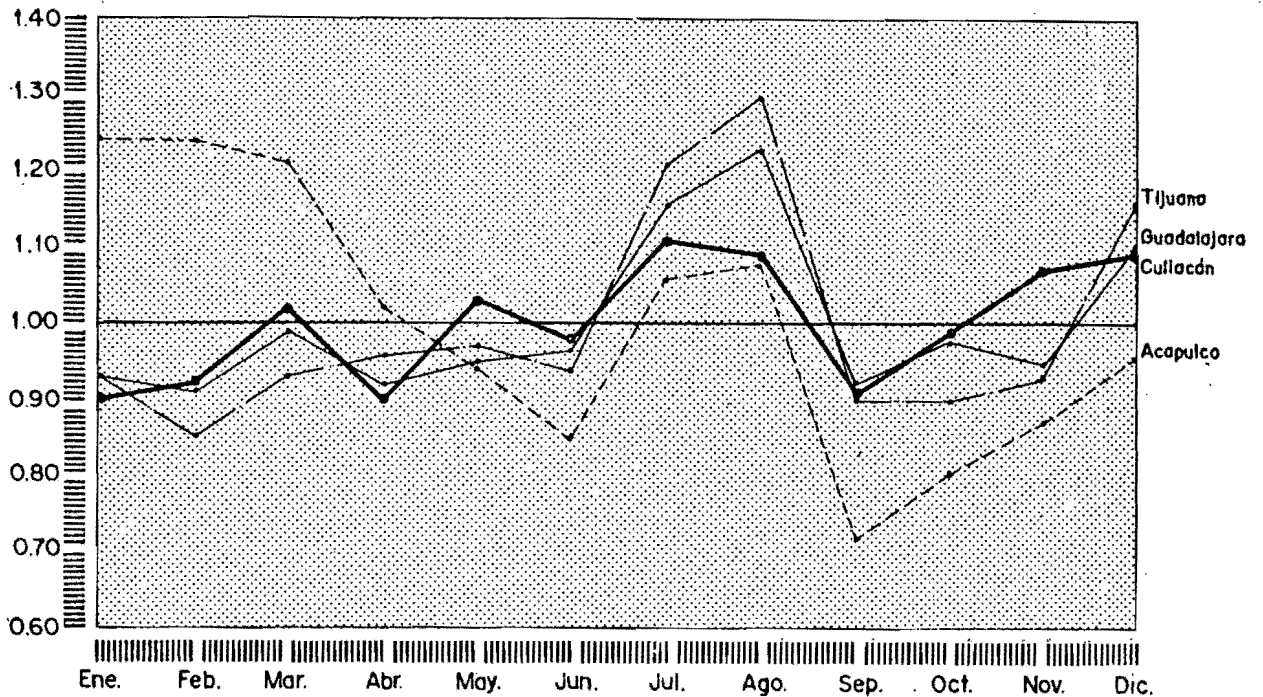


FIG. 3.7 VARIACION MENSUAL DEL TRAFICO DE PASAJEROS EN CUATRO AEROPUERTOS TIPO

Si siguiendo la metodología de Ashford para el cálculo del tráfico en hora pico se obtuvieron los resultados listados en la tabla 3.15. El número de operaciones en hora pico es el resultado de dividir los pasajeros en hora pico entre el promedio de pasajeros por operación calculado de las cifras de las tablas 3.13 y 3.14.

Un camino alternativo y de gran utilidad es el que se basa en las tablas de frecuencia de rangos de pasajeros y operaciones por hora (ver anexos A.8 y A.9), con los cuales se determina el número de horas en el año en que las respectivas demandas estuvieron dentro de cada rango, así como los niveles de servicio asociados a dichos rangos. Para el pronóstico de pasajeros y operaciones en hora pico se parte de la hipótesis de que la relación aritmética entre ambos conceptos y sus demandas en el año base (año del que se tienen las últimas estadísticas) se conservan constantes en el futuro. En el anexo A.10 se muestran los resultados obtenidos aplicando esta metodología, y en la tabla 3.15 se indican las cifras para un nivel de servicio del 100%.*

De los resultados obtenidos aplicando la metodología de factores de transformación de Ashford y la metodología de frecuencias con crecimientos proporcionales a los de la demanda, se deduce que los mas acertados son los obtenidos con la segunda metodología, pues los primeros divergen mucho de los reales registrados en 1980.

La diferencia entre los resultados de uno y otro procedimiento se debe a que los factores de Ashford se obtuvieron del promedio de las relaciones de pasajeros en hora pico —demanda anual de un gran número de aeropuertos de Estados Unidos y Europa, en donde las distribuciones de frecuencias de aterrizajes y despegues son casi uniformes, como es el caso específico de los aeropuertos de Chicago y de Londres. O sea que mientras en aquellos aeropuertos existen políticas tendientes a distribuir uniformemente a lo largo del día la actividad aérea, evitando concentraciones horarias, aquí en México la intensidad del tráfico está sujeta a los itinerarios de las líneas comerciales y de las necesidades de los particulares.

Con una política de tarifas que establezca cuotas altas en las horas de mayor tráfico y cuotas bajas en las de menor, se podría distribuir la demanda a lo largo del día, reduciéndose la diferencia del número de operaciones entre las horas de máxima y mínima actividad, así como también las necesidades de infraestructura aeroportuaria. Una medida de este tipo se aplica actualmente en el aeropuerto de Londres, obteniéndose resultados satisfactorios.

TABLA 3.15 PRONOSTICO DE PASAJEROS Y OPERACIONES EN HORA PICO, 1984-2000

AÑO	DEMANDA	PASAJEROS PROMEDIO		EN DIA PICO	TRAFICO EN HORA PICO			
		MENSUAL	DIARIO		PASAJEROS		OPERACION	
					A	B	A	B
1980	391 112	32 920	1 060	1 340	662	662	20	20
1984	341 050	28 700	926	1 160	107	600	13	18
1985	380 080	32 000	1 032	1 300	119	650	15	21
1990	527 360	44 400	1 432	1 800	165	900	17	24
1995	669 660	56 365	1 818	2 291	210	1 150	19	27
2000	847 430	71 330	2 300	2 900	266	1 450	22	31

A: Método de factores de Ashford

B: Método de frecuencias.

* La aplicación de este procedimiento se puede observar en la referencia 3, en la cual se utilizó para la elaboración del Estudio de Planeación de la Red Nacional de Aeropuertos. En dicho estudio se demostró que el factor de concentración (pasajero u operaciones en hora pico entre la demanda respectiva anual) disminuye al incrementar el tráfico; o sea que al considerarse constante se está actuando conservadoramente, tal como se hizo en el presente trabajo.

Clasificación de la demanda por distancia de vuelo

Como parte complementaria al análisis y pronóstico de la demanda esta su clasificación por distancia, identificando los porcentajes de la demanda de pasajeros en rangos de distancia de viaje. La curva de la figura 3.8 aporta información acerca del rango dentro del cual se desplaza el tráfico del aeropuerto de Culiacán, pudiéndose observar que el 75% de la demanda corresponde a un radio de 950 km y el 50% a uno de 600 km. De aquí se puede deducir que el aeropuerto es de mediano alcance y que el quipo de apoyo en tierra deberá ser adecuado para aeronaves de mediano tamaño, como las que actualmente están operando en Culiacán.

Esta curva es de gran utilidad en las compañías de aviación para determinar el tipo de quipo de vuelo óptimo y hacer la asignación adecuada a cada ruta. En el caso del aeropuerto su utilización no es significativa en el proceso de planeación o de operación, limitándose a aportar información de carácter adicional.

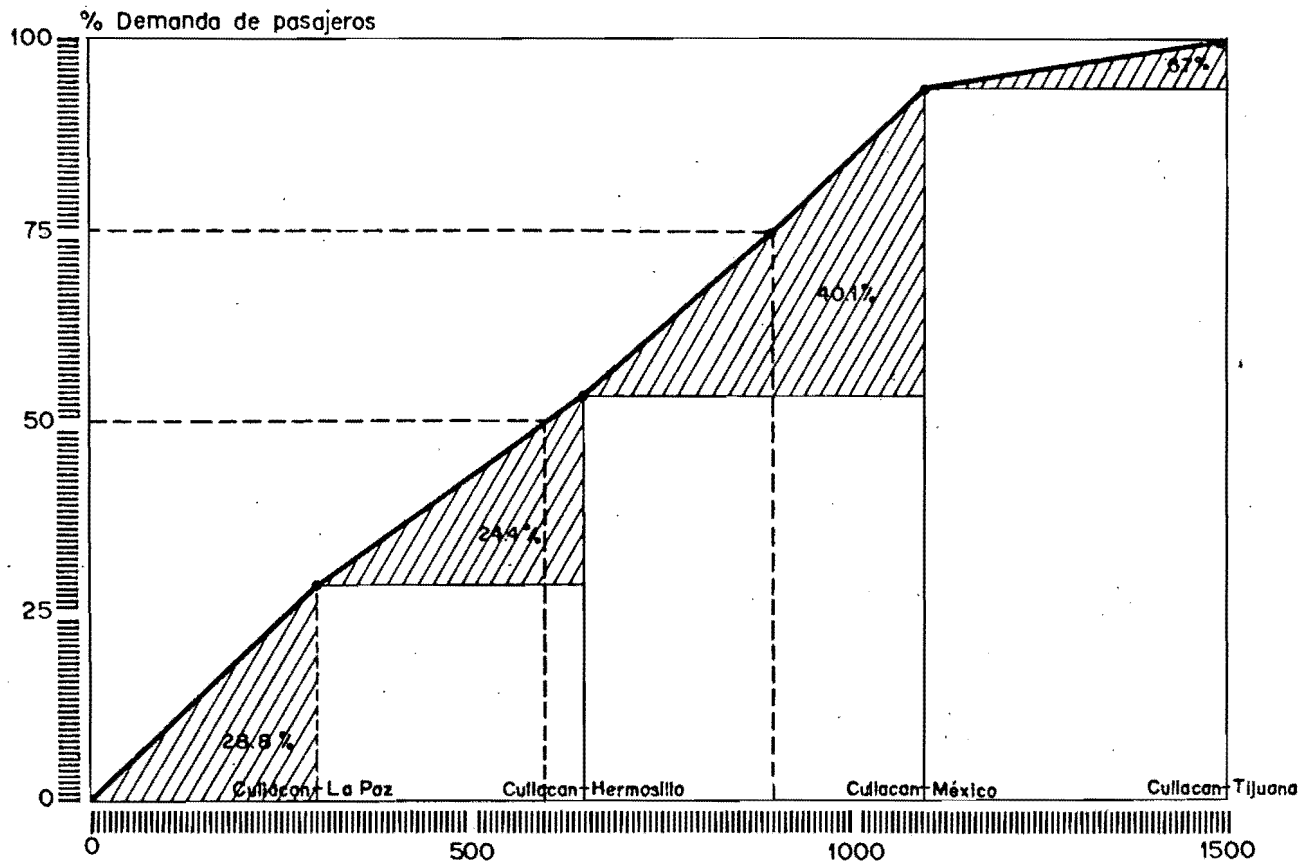


FIG. 3.8 CLASIFICACION DE LA DEMANDA POR DISTANCIA DE VUELO , 1983

4

**Diagnóstico y programa
de ampliaciones**

Diagnóstico y programa de ampliaciones

El objetivo de este capítulo es el de indicar los procedimientos de cálculo de las capacidades de los subsistemas más importantes de un aeropuerto, aplicandolos al caso práctico del aeropuerto de Culiacán y realizando el diagnóstico y el programa de ampliaciones de dichos subsistemas (pistas, plataformas y edificio terminal). El espacio aéreo es un componente primordial en el diseño de los aeropuertos, sin embargo no se analizará en el presente trabajo. Adicionalmente y en paralelo a los anteriores se estudiará el subsistema de estacionamiento de automóviles.

Las capacidades de pistas, plataformas, edificio terminal y estacionamientos se obtienen en unidades por año y en hora pico, siendo este último factor el determinante de la capacidad de diseño asociada a un cierto nivel de servicio.

Las técnicas de diseño propuestas están basadas en observaciones realizadas en aeropuertos estadounidenses y procesadas por la FAA, además de algunas recomendaciones de la ICAO y del libro de Ashford. Los métodos son en general gráficos, de fácil comprensión y aplicación, con resultados plenamente confiables tal como lo ha demostrado la experiencia en los Estados Unidos y aquí en México.

Una vez determinada la capacidad de los subsistemas del aeropuerto de Culiacán utilizando las técnicas anteriores, se procede a elaborar el diagnóstico y a identificar las necesidades de ampliación de cada subsistema. Se presenta el crecimiento esperado de la demanda para el período de estudio 1985-2000 comparandolo con la oferta actual, de tal forma que gráficamente se pueda identificar el momento en el tiempo en donde la demanda será superior a la oferta.

Normalmente se habla del plan maestro del aeropuerto pero sin definir en que consiste ni el contenido del mismo; por tal motivo aquí se va a establecer el contenido del mismo de acuerdo a los reglamentos de la FAA y la ICAO. Sin embargo cabe aclarar que los alcances del presente trabajo no son de manera alguna los mismos de un plan maestro, limitándose a los aspectos ya antes mencionados.

De acuerdo a la FAA, el plan maestro de un aeropuerto deberá contemplar los cuatro aspectos siguientes: 1) requerimientos del aeropuerto, 2) selección del lugar, 3) planes de expansión y 4) plan financiero. La diferencia entre esta estructuración y la propuesta por la Organización Internacional de la Aviación Civil (ICAO) radica en su nivel de desagregación y en el énfasis dedicado al aspecto financiero. En la tabla 4.1 se resume el contenido de un plan maestro, acorde con las especificaciones de la ICAO⁹.

El contenido de cada una de las cuatro fases del procedimiento de planeación propuesto por la FAA y tomado del libro de Ashford* es el siguiente:

Fase I: Requerimientos del aeropuerto

Esencialmente la primera fase es una examinación de la escala y de la asignación en el tiempo de nuevas instalaciones con respecto a la demanda estimada: el estatus de las instalaciones existentes es descrito en el contexto de las implicaciones ambientales estimadas.

Fase II: Selección del lugar

Una vez que se ha establecido la conceptualización inicial para la construcción de un nuevo aeropuerto o de las expansiones más importantes de las instalaciones existentes, la segunda fase empieza. La evaluación de lugares probables deberá incluir el estudio de los requerimientos de espacio, el impacto ambiental, el desarrollo, los accesos, la disponibilidad de instalaciones, el costo y disponibilidad del terreno, los costos de desarrollo del lugar, y las implicaciones políticas.

* Ashford, op. cit., pág. 86.

Fase III: Planes del aeropuerto

Después que se ha seleccionado el lugar de localización del nuevo aeropuerto o de las áreas de expansión de las instalaciones existentes, la instalación propuesta se representa precisamente en relación con los puntos siguientes:

1. El Diseño del aeropuerto. Indica la configuración, localización, y tamaño de las instalaciones físicas.
2. El Plan de uso del suelo. Detalla el uso del suelo dentro de los límites propuestos para el aeropuerto y muestra el uso de terrenos fuera de los límites que son afectados por la localización del aeropuerto.
3. Planes del area terminal. Muestran el tamaño y ubicación de varios edificios y areas de actividad comprendidas en el complejo del área terminal.
4. Planes de accesos al aeropuerto. Indican las rutas propuestas para los diversos modos de acceso a la infraestructura de transporte de la región.

Fase IV: Plan financiero

La fase final incluye la recopilación de datos en las cuatro áreas principales de importancia financiera:

1. Programación del desarrollo propuesto. Indica las etapas de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, programadas para que coincidan con las estimaciones de la demanda.
2. Estimaciones de costos de desarrollo. Ubicados en el tiempo para que conformen la programación de la estrategia de desarrollo.
3. Análisis de factibilidad económica. Examina si los ingresos esperados cubrirán a los costos.
4. Análisis de factibilidad financiera. Procura determinar si la magnitud del servicio o instalación bajo consideración puede ser financiada dentro de la capacidad fiscal de la autoridad involucrada.

Ambos procedimientos de planeación son muy extensos y su aplicación debe adaptarse a las condiciones de cada aeropuerto en particular, considerando que las necesidades de un aeropuerto en un país desarrollado divergen en cierto grado de las de un país subdesarrollado (por ejemplo, los métodos de análisis del impacto ambiental y económico tienen enfoques diferentes). En este capítulo se desarrollan puntos comprendidos en ambos enfoques, pero siguiendo una estructura propia.

El aeropuerto de Culiacán es un sistema existente en funcionamiento que no requiere del diseño de sus instalaciones ni de estudios de factibilidad, sino mas bien de un diagnóstico de su infraestructura que permita identificar el buen uso y funcionamiento de sus componentes, al igual que el momento en el futuro cuando requieran de modificaciones y ampliaciones. Posteriormente sí será necesario evaluar la bondad de las nuevas ampliaciones.

TABLA 4.1 RESUMEN DEL PROCESO DE LA ICAO PARA LA ELABORACION DEL PLAN MAESTRO

PASO DE PLANEACION	DESCRIPCION
El método de planeación	Filosofía, sistema de planeación, organización de planeación, equipo de planeación, procedimiento de planeación, pronósticos, conceptos de sistemas.
Pronosticando para propósitos de planeación	Requerimientos, pronósticos requeridos, precisión; métodos y principios de pronóstico, pronósticos de demanda, proyecciones.
Selección y evaluación del sitio	Superficie requerida, localización de sitios potenciales, planes preliminares y estimación de costos e ingresos, evaluación.
Diseño del aeropuerto	Pasos en la planeación del diseño, pistas, calles de rodaje, áreas de espera, localización de instalaciones importantes.
Plataformas	Localización, diseño, características, áreas de aeronaves, equipo, áreas de estacionamiento, posiciones en plataforma.
Area de pasajeros	Preparación del plan maestro, principios de planeación, capacidad y demanda.
Edificio de pasajeros	Objetivos de la planeación, características del edificio, principios de flujo.
Salidas	Corredores exteriores de tráfico, posiciones de descarga de pasajeros, entrada exterior, sala de registro de boletos, sala de registro de salidas, controles de fronteras gubernamentales, área exterior de espera, salidas exteriores, conexiones de salidas de aeronaves, posiciones para las aeronaves, inspección aduanal, sala de llegadas, salidas al exterior, posición de carga de vehículos exteriores de pasajeros, equipaje, instalaciones generales.
Area de carga	Principios de planeación, ubicación, sistema, tipo de tráfico, edificio de carga, plataforma de carga, caminos y estacionamientos de vehículos.
Caminos exteriores y estacionamientos de vehículos.	—
Otros edificios e Instalaciones	Ayudas visuales, ayudas de radio a la navegación, torre de control, control de plataformas, registro y reporte de la tripulación, estación meteorológica, comunicaciones, estación de bomberos y de rescate, planta generadora de electricidad, mantenimiento, almacenamiento de combustibles, oficina y edificios administrativos, centro medico, provisionamiento de vuelos, carros tanques de combustibles, hoteles.
Acceso	Definición del problema de acceso, criterios de planeación y operación, planeación de objetivos y principios.

Fuente: Ashford, op. cit, tabla 4.2, pág. 104.

El procedimiento a seguir para lograr el objetivo de este capítulo es el siguiente:

- Inventario de instalaciones y equipo.
- Cálculo de capacidades.
- Diagnóstico y programa de ampliaciones.
- Configuración del aeropuerto.

Inventario de instalaciones y equipo

En el proceso de planeación de un sistema de nueva creación no se requiere de un inventario pues lo único que existe son ideas plasmadas en un proyecto, pero para el estudio de un sistema ya construido y en operación es indispensable contar con un inventario, el cual debe incluir a cada componente del sistema indicando sus dimensiones y sus características. El inventario de instalaciones del aeropuerto de Culiacán se muestra en la Tabla 4.2, y el equipo en la tabla 4.3.

TABLA 4.2 INVENTARIO DE INSTALACIONES DEL AEROPUERTO NACIONAL DE CULIACAN, 1984

INSTALACION		CARACTERISTICAS
Pistas	1	2 300 x 45 m
Calles de rodaje	2	
Plataforma comercial	2	posiciones
Plataforma aviación general	33	posiciones
Edificio terminal comercial	730	m ²
Estacionamiento	8 100	m ² (208 cajones)
Edificio aviación general	120	m ²
Estacionamiento	6 000	m ²
Torre de control	50	m ²
Subestación	410	m ²
CREI	64	m ²
Combustibles	3 808	m ²
Areas de carga		
Hangares	13 700	m ²
Concesiones		
Areas no comerciales		
Varios		
Superficie de lindero	289.7	hectáreas

Fuente: FOA Consultores, op. cit.

Como se podrá observar del contenido de las tablas de inventarios, el aeropuerto de Culiacán posee la infraestructura y el equipo adecuados a su alcance medio y a su categoría. Cuenta con una pista capaz de recibir aviones como los DC9-80 y B727-200, así como con un edificio terminal recién modelado en su sala de llegada y salida de pasajeros. Las calles de rodaje se refieren a los accesos a la pista desde el área de plataformas, no existiendo actualmente calles de rodaje paralelas. En sí, el diseño del aeropuerto es sencillo pero con lo necesario para operar en los niveles de seguridad demandados.

TABLA 4.3 INVENTARIO DE EQUIPO DEL AEROPUERTO NACIONAL DE CULIACAN, 1984

MÉTÉOROLOGICO		CONTROL TRAFICO AEREO*	
Informes aerológicos	NO	TWR	SI
Informes de superficie	NO	APP	NO
Informes de pronóstico	NO	GC	NO
Estación automática	NO	CD	NO
Abrigo metereológico	SI	APP radar	NO
Sicrómetro	NO	ATIS	NO
Proyector de techo	SI	FIS VHF	SI
Pluviómetro	NO	AFIS	NO
Barómetro	NO	ACC	NO
Barógrafo	NO	Radares:	
Altímetro	SI	VOR	SI
Ind. de regl. alt.	SI	DME	SI
Termo hidrógrafo	NO	ILS	NO
Termómetros M y M	NO	NDB	NO
Anemómetros	SI	RADAR	NO
Veleta	SI	Comunicaciones:	
RVR	NO	CH Tf	SI
Teolodito	NO	CH Tg	NO
Gen. Hidrógeno	NO	RADIOENLACE	SI

*VOR = rango omnidireccional de frecuencia muy alta, NDB = Señal de radio no-direccional, DME = equipo de medición de distancia, ILS = sistema de instrumentos de aterrizaje.

Fuente: FOA Consultores, op. cit.

Cálculo de capacidades

Las capacidades de los subsistemas que componen un aeropuerto se determinan básicamente en función de las características de las aeronaves, de las concentraciones horarias y de las configuraciones de los elementos de cada subsistema, utilizando métodos gráficos o matemáticos.

En los aeropuertos mexicanos, en general, se observa que las capacidades de pistas son superiores a las de los otros elementos integrantes y que las asociadas a plataformas sobrepasan a las de edificio terminal; es decir que existe un desequilibrio entre los diversos componentes del sistema³. El aeropuerto de Culiacán, como se comprobará posteriormente, sigue este mismo patrón.

Pistas

La capacidad de pistas se refiere a la habilidad de procesar la llegada y la salida de aeronaves. Se expresa en operaciones por unidad de tiempo, comunmente en operaciones por hora y operaciones anuales. Se utilizan conceptos ampliamente aceptados como capacidad última o de saturación y capacidad práctica: la primera indica el máximo número de operaciones que una pista puede procesar a lo largo de un período de tiempo dado bajo condiciones de demanda continua; la segunda es la medida práctica asociada a demoras razonables o tolerables (capacidades prácticas horarias pueden ser superadas hasta en un 25%, pero desde un punto de vista operacional los tiempos de demora incurridos no serían aceptables).

De acuerdo con la FAA¹⁰ una pista ha alcanzado su capacidad práctica cuando los tiempos de demora en los despegues promedian 4 minutos durante las dos horas pico normales de la semana. Para pistas utilizadas solamente por pequeñas aeronaves, el nivel de demora correspondiente a la capacidad práctica es en promedio de 2 minutos para la hora pico de la semana.

Existen diversos factores que influyen en la capacidad de un sistema de pistas, los cuales se han agrupado en las cuatro clases siguientes⁷.

- Control de tráfico aéreo
- Características de la demanda
- Condiciones ambientales en la vecindad del aeropuerto
- La configuración y el diseño del sistema de pistas

La FAA especifica separaciones verticales, horizontales y laterales mínimas para aeronaves, concernientes a la seguridad en el espacio aéreo. En las cercanías de un aeropuerto la distancia horizontal mínima permitida es de 2 a 5 millas náuticas (3.7 - 9.2 km) dependiendo del tamaño de las aeronaves, de las características del radar y de la secuencia de operaciones. Dado que no está permitido que dos aeronaves ocupen la pista simultáneamente, el tiempo de ocupación puede también influenciar en la capacidad. De esta forma y considerando que la separación en el aire toma en cuenta el tipo de aeronaves y, consecuentemente su tiempo de ocupación de pista, se ha aceptado a éste factor como el dominante en el control del tráfico aéreo.

La capacidad de las pistas depende también de la velocidad de las aeronaves, de su maniobrabilidad y capacidad de frenado, y de la técnica del piloto. Estos factores se agrupan y se consideran en la mezcla de aviones que utilizan la pista, observándose una disminución de capacidad en aquellas pistas que sirven a un gran número de aeronaves de grande y de pequeño tamaño. La FAA ha introducido reglamentos que establecen una separación mínima de 5 millas náuticas entre aeronaves pequeñas y jets pesados, para evitar la estela de turbulencia que estos últimos equipos producen al aterrizar. Además, el tipo de uso asignado a cada pista es importante, ya que las capacidades de pistas dependen también del tipo de uso que se les asigne (aterrizajes o despegues) y de la relación de llegadas con respecto a las salidas.*

Los factores ambientales mas importantes son la visibilidad, las condiciones de la superficie de la pista, el viento, y los requerimientos de reducción del ruido. Se ha observado que bajo condiciones pobres de visibilidad los pilotos y los controladores aéreos se vuelven más cuidadosos, y que con vientos fuertes cruzados y pistas resbalosas los tiempos de ocupación se incrementan. Respecto al efecto del viento, por razones de seguridad se recomienda no utilizar las pistas cuando la componente perpendicular del viento es superior a 15 nudos y la componente en la dirección del avión excede los 5 nudos.

Desde el punto de vista del planeador los factores mas importantes son la configuración y el diseño, los cuales se pueden modificar para lograr el incremento necesario en capacidad que satisfaga a la demanda. Los elementos principales de ésta clase son los siguientes:

- La cantidad, la separación, la longitud y la orientación de las pistas.
- La cantidad, la ubicación y el diseño de las calles de salida.
- El diseño de las rampas de entrada.

Para expresar de una manera más objetiva a todos los factores que afectan la capacidad de pistas, estos se han resumido en la tabla 4.4.

* Referencia 7 pág.158.

TABLA 4.4 FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE LAS PISTAS

CLASE	FACTOR
Control de tráfico aéreo	<ul style="list-style-type: none"> • Separación horizontal entre aeronaves en vuelo (de 2 a 5 millas náuticas). • La estrategia de servicio adoptada por los controladores aéreos (primero en llegar primero en ser servido, secuenciación en base a la clase de velocidad). • Lo sofisticado del sistema de control de tráfico aéreo.
Características de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de aeronaves • Velocidad de aterrizaje • Cualidades del sistema de frenado • Maniobrabilidad de la aeronave • Experiencia del piloto • Porcentaje de aterrizajes con respecto al total de operaciones
Condiciones ambientales en la vecindad del aeropuerto	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidad • Estado de la pista • Requerimientos de reducción del ruido • Dirección del viento
Configuración y diseño del sistema de pistas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de pistas • Separación entre pistas • Longitud de pistas • Orientación • Número de calles de salida • Ubicación de las calles de salida • Diseño de las calles de salida • Diseño de las rampas de entrada

Capacidad práctica de pistas

Existen diversas técnicas para estimar la capacidad de pistas, algunas exclusivas para una sola pista y otras para sistemas de ellas pero clasificando la longitud del período de planeación del aeropuerto en corto y largo plazo. En las primeras quedan comprendidos los modelos de colas con distribución de probabilidades Poissonianas que simulan el funcionamiento de una pista en operaciones de llegada o de salida exclusivamente y cuyos resultados sirven para entender la relación tiempo de demora-capacidad. En los estudios de planeación a un corto plazo se utilizan gráficas para estimar las capacidades horarias y anuales, así como las demoras anuales, obtenidas de una serie de encuestas realizadas en varios aeropuertos de los Estados Unidos*. Respecto al método usado en la planeación de aeropuertos a largo plazo, la capacidad anual se obtiene en función de la configuración de las pistas y de las condiciones de visibilidad.

*La FAA publicó una circular recomendatoria ¹¹ en la cual se describe la metodología usada para preparar el plan para un aeropuerto nacional. Dicha metodología se apoya en Manual de Capacidades de Aeropuertos ¹², ampliamente utilizado por los planeadores en el cálculo de capacidades y tiempos de demora en pistas. Las gráficas y tablas utilizadas se aplican a aeropuertos de aviación general y comercial, y con una amplia variedad de configuración de pistas.

En 1948 Bowen y Pearcey¹³ realizaron un estudio de los aterrizajes en el aeropuerto Kingsford-Smith en Sidney, Australia, determinando que las llegadas se podían describir con una distribución de probabilidades Poissonianas. Con este acercamiento y considerando un tiempo de servicio constante para un estado permanente, se determinó la siguiente ecuación del tiempo promedio de demora de los aterrizajes:

$$W = \frac{\rho}{2\mu(1-\rho)}$$

donde ρ = al factor de ocupación = λ / μ
 λ = la tasa de llegadas (aeronave / unidad de tiempo)
 μ = la tasa de servicio (aeronave / unidad de tiempo) = $1 / b$
 b = tiempo medio de servicio

Esta ecuación es conocida también con el nombre de fórmula de Pollaczek-Kchinchin:

$$W = \frac{\rho(1 + Cb^2)}{2\mu(1-\rho)}$$

donde Cb = el coeficiente de variación del tiempo de servicio = $\pi b / b$
 πb = la desviación estandar del tiempo de servicio.

Modelos similares se han obtenido para el caso de pistas que procesan tanto llegadas como salidas, sin embargo, al igual que en los anteriores presentan deficiencias en cuanto a que son demasiado simplistas, considerando solamente dos factores (las tasas de llegadas y de salidas) y suponiendo que el tiempo de servicio es constante y que se ha alcanzado el estado permanente de estabilidad en las pistas. De esta forma es de esperarse que los resultados arrojados por el modelo no sean demasiado confiables, excepto para casos particulares extremadamente simples.

El procedimiento gráfico para estudios de planeación a corto plazo no se va a tratar en el presente trabajo, dirigiéndose la atención al método de cálculo de capacidades para la planeación a largo plazo propuesto por la FAA¹⁰, y que dadas sus características es apropiado para el estudio del aeropuerto de Culiacán. El procedimiento es prácticamente sencillo y se resume en los siguientes puntos:

- Determinar, en base a los datos de la tabla 4.5, el tipo de mezcla de aeronaves que opera u operará en el aeropuerto.
- Entrar en las tablas 4.6A y 4.6B con la configuración de las pistas y el tipo de mezcla obtenido en el paso anterior, e identificar las capacidades anuales y horarias correspondientes.

Las categorías de las aeronaves consideradas en la tabla 4.5 para estimar la capacidad de pistas en los aeropuertos es la siguiente:

- Tipo A: Jet de cuatro turbinas o mayor
- Tipo B: Jets de dos y tres turbinas, cuatro pistones o turbohelice
- Tipo C: Jet ejecutivo y avión de carga de motores gemelos de pistones
- Tipo D y E: aeronave ligera de uno y dos motores de pistón.

Las cifras de las tablas de capacidad se apoyan en los supuestos siguientes:

- Disponibilidad total de instrumentos en el aeropuerto para procesar operaciones bajo condiciones climáticas IFR*.
- Existencia de calles de rodaje suficientes para permitir el acceso y la salida expedita del tráfico en las pistas.
- Disponibilidad irrestringida de espacio aéreo.
- Estado ambiental anual con un clima 90% del tipo VFR** y 10% IFR. Cada configuración se supuso capaz de acomodar todos los vientos.
- El uso de las pistas no estará restringido por carencias en la longitud y resistencia de las pistas.

TABLA 4.5 MEZCLA DE AERONAVES

NUMERO	% A	% B	% C	% D + E
1	0	0	10 (9-11)	90
2	0	30 (27-33)	30	40
3	20 (18-22)	40	20	20
4	60 (54-66)	20	20	0

Fuente: Ashford, op. cit., pág. 157.











Para determinar la capacidad de la pista del aeropuerto de Culiacán es necesario identificar el tipo de mezcla de aeronaves que actualmente operan en él, para lo cual se recurre a las estadísticas de 1984 mostradas en la tabla 3.14. Se considera que las operaciones de la aviación de primer nivel corresponden a equipos de dos turbinas (tipo B) y el resto a aviones de menor tamaño (tipos D y E), operaciones que en términos de porcentajes equivalen al 13.5% y 86.5%, respectivamente. Con éstas cifras y con la información de la tabla 4.5 se deduce el tipo de mezcla, el cual para el caso en estudio no queda completamente definido en alguno de los rangos de dicha tabla, por lo que es necesario interpolar la capacidad utilizando como referencia el porcentaje de la aeronave con mayor categoría (13.5%, y tipo B). En la figura 4.4 se observa el plano actual del aeropuerto de Culiacán, cuya pista tiene la configuración A de la tabla 4.6 A. Su capacidad anual y horaria se obtiene interpolando entre las capacidades de las mezclas 1 y 2 mostradas a continuación:

	MEZCLA 1	MEZCLA 2	CULIACAN
Capacidad anual	215 000	195 000	206 000
Capacidad horaria: IFR	53	52	53
VFR	99	76	89

* El tipo de clima IFR se presenta cuando la altura de las nubes sobre el nivel del terreno es menor de 330 m y/o la visibilidad es menor de 4.8 km.













** VFR se refiere a condiciones ambientales normales que permiten el aterrizaje de aeronaves con ayudas visuales.

TABLA 4.6A CAPACIDAD DE PISTAS

CONFIGURACION		MEZCLA	OPERAC. ANUALES	OPERACIONES	
PLANTA	DESCRIPCION			IFR	VFR
A		1	215 000	53	99
		2	195 000	52	76
		3	180 000	44	54
		4	170 000	42	45
B		1	385 000	64	198
		2	330 000	63	152
		3	295 000	55	108
		4	280 000	54	90
C		1	425 000	79	198
		2	390 000	79	152
		3	355 000	79	108
		4	330 000	74	90
D		1	430 000	106	198
		2	390 000	104	152
		3	360 000	88	108
		4	340 000	84	90
E		1	600 000	117	297
		2	525 000	115	228
		3	475 000	99	162
		4	450 000	96	135
F		1	665 000	156	307
		2	595 000	153	236
		3	540 000	146	162
		4	525 000	133	139
G		1	665 000	156	307
		2	595 000	153	236
		3	540 000	146	162
		4	525 000	133	139
H		1	770 000	128	396
		2	660 000	126	304
		3	590 000	110	216
		4	560 000	108	180
I		1	1050 000	177	505
		2	930 000	174	392
		3	790 000	155	269
		4	770 000	153	229
J		1	425 000	79	198
		2	340 000	79	136
		3	310 000	76	94
		4	310 000	74	84

FUENTE: FAA, AIRPORT CAPACITY CRITERIA USED IN-LONG-RANGE PLANNING,
AC 150/5060-3A, DICIEMBRE 24 DE 1969

TABLA 4.6 B CAPACIDAD DE PISTAS

CONFIGURACION		MEZCLA	OPERAC. ANUALES	CAP. HORARIA	
PLANTA	DESCRIPCION			IFR	VFR
K ₁		1	420 000	71	198
		2	335 000	70	136
		3	300 000	63	94
		4	295 000	60	84
K ₂		1	235 000	57	108
		2	220 000	56	86
		3	215 000	50	66
		4	200 000	50	53
L ₁		1	375 000	71	175
		2	310 000	70	125
		3	275 000	63	83
		4	255 000	60	69
L ₂		1	220 000	61	99
		2	195 000	60	76
		3	195 000	53	58
		4	190 000	47	52
L ₃		1	220 000	55	99
		2	195 000	54	76
		3	180 000	46	54
		4	175 000	42	57
M		1	375 000	71	175
		2	310 000	70	125
		3	275 000	63	83
		4	255 000	60	69
N ₁		1	590 000	124	274
		2	505 000	122	201
		3	455 000	107	137
		4	425 000	102	114
N ₂		1	460 000	114	198
		2	405 000	112	152
		3	380 000	97	112
		4	365 000	89	97
O ₁		1	465 000	87	217
		2	430 000	87	167
		3	390 000	87	118
		4	365 000	81	99
O ₂		1	165 000	87	217
		2	430 000	87	167
		3	390 000	87	118
		4	365 000	81	99
P ₁		1	475 000	116	217
		2	430 000	114	167
		3	395 000	96	118
		4	375 000	92	99
P ₂		1	475 000	116	217
		2	430 000	114	167
		3	395 000	96	118
		4	375 000	92	99

FUENTE: FAA. AIRPORT CAPACITY CRITERIA USED IN-LONG-RANGE PLANNING,
AC 150/5060-3A, DICIEMBRE 24 DE 1969

Debido a que la pista en estudio no dispone de calles de rodaje paralelas ni de salidas de alta velocidad, es necesario disminuir la capacidad estimada castigandola con un factor de 3, el cual considera los tiempos extras de ocupación de la pista debidos al recorrido de las aeronaves hasta las cabeceras, antes de iniciar el despegue, y el de regreso hasta las salidas, después de aterrizar. De esta manera resulta que la capacidad anual es de 68 000 operaciones y la horaria de 18 (IFR) a 30 (VFR) operaciones.

Plataformas

Las plataformas son las áreas de estacionamiento anexas al edificio terminal en donde se realizan las acciones de carga y descarga de pasajeros, mercancías, equipaje y correo de las aeronaves. "La capacidad de las plataformas se refiere a su habilidad de acomodar aeronaves para realizar las operaciones de carga y descarga bajo condiciones de demanda contínua". El tiempo de ocupación depende básicamente de las siguientes variables:

- El tamaño de la aeronave
- El número de pasajeros que llegan o salen
- El tipo de vuelo (nacional o internacional)
- La eficiencia del personal de plataforma
- La clasificación del uso de las plataformas (todos los usos, para un tipo de aviación o exclusivo para una aerolínea).

Sin embargo la forma práctica de estimarlo es llenando un registro de tiempos por tipo de aeronaves y obteniendo su promedio. De esta forma, la capacidad de plataformas queda definida en función de los tiempos promedios por tipo de aeronave, de la mezcla que opera en el aeropuerto y del número de posiciones disponibles.

Se identifican dos posibles casos de usos de plataformas: uno en el que todas las posiciones son disponibles para cualquier tipo de aeronave, y el otro en el que se diferencian para usos exclusivos. En el primero de los casos la capacidad se obtiene con la expresión siguiente:

$$C = \frac{N}{T_p} \times 60 \quad \text{Capacidad en aeronaves / hora}$$

$$T_p = \sum T_i \times M_i$$

en donde N: es el número de posiciones
 T_p : es el tiempo ponderado de servicio
 T_i : es el tiempo medio de servicio de la aeronave tipo i en minutos
 M_i : es el porcentaje con respecto al total de las aeronaves tipo i que demandan servicio.

Para el segundo caso la capacidad del sistema de plataformas se calcula como sigue:

$$C = \min_{i} \frac{N_i}{T_i M_i} \times 60 \quad \text{operaciones / hora}$$

donde N_i es el número de posiciones destinadas a las aeronaves del tipo i, y las demás variables son las mismas definidas anteriormente.

El aeropuerto de Culiacán cuenta con 2 posiciones para la aviación comercial y 33 para la general. La capacidad de interes está en las plataformas asociadas al primer tipo de aviación, que

son en las que se realizan las funciones de carga y descarga definidas para las plataformas. La aviación del primer nivel participa con el 26% del total de operaciones comerciales, y la del tercer nivel con el 74% restante. Además, se estima que sus tiempos promedios de servicio son de 35 y de 15 minutos, respectivamente. La capacidad estará definida por la expresión del primer caso para uso común en todas las posiciones, y cuya aplicación arroja el resultado siguiente:

$$C = \frac{2 \times 60}{(35 \times 0.26) + (15 \times 0.74)} \approx 6 \text{ operaciones / hora.}$$

Dicho resultado es equivalente a solamente 3 aeronaves por hora, ya que cada aeronave representa dos operaciones: una de llegada y la otra de salida.

Adicional al procedimiento anterior está uno de tipo gráfico propuesto por la FAA¹⁴, el cual consiste de la aplicación de dos curvas; la primera para transformar el número de posiciones en plataforma en pasajeros anuales, y la segunda que expresa a éstos últimos en operaciones en hora pico. Su desventaja con respecto a la técnica anterior es que no toma en cuenta el tamaño de las aeronaves ni sus tiempos promedios de servicio, arrojando resultados demasiado generales; sin embargo es de fácil aplicación. El resultado obtenido con la aplicación de este método al aeropuerto de Culiacán fue de 4 operaciones/hora.

Edificio terminal

La capacidad del edificio terminal se refiere al número de personas posibles de alojar en las áreas de registro de boletos y documentación de equipaje, en las salas de espera de llegadas y de salidas, en las áreas de servicios y en las de recepción de equipaje. La FAA^{15, 16} propone una norma de 14.52 m² de área por pasajero en hora pico, con lo que la capacidad queda definida por el cociente entre el área actual del edificio terminal y el factor anterior. Dicho factor puede variar en función del tipo de aeropuerto*. Tomando la cifra de 730 m² de área comercial del edificio terminal del aeropuerto de Culiacán, mostrada en la tabla 4.2, y dividiéndola por el factor de 10.0 m² / pasajero, se obtiene que la capacidad de dicha terminal es de 73 pasajeros en hora pico. El nivel de servicio de operación correspondiente se puede determinar de los valores del anexo A.10.

Estacionamientos

Uno de los problemas principales en el acceso a los aeropuertos es el de los estacionamientos para automóviles, cuya demanda es función del número de personas que llegan al aeropuerto, la oferta de transporte público en sus diversos modos y la duración del período de estacionamiento, el cual a su vez depende del tipo de vuelo (nacional o internacional) y del motivo del viaje al aeropuerto (visita, trabajo, a recoger a algún pasajero).

Otro aspecto muy importante en la demanda de estacionamientos es el número de pasajeros que se procesan anualmente, clasificados en usuarios locales y de paso. Los primeros son aquellos cuyo origen o destino es el aeropuerto en estudio, y los segundos los que esperan alguna conexión para continuar su viaje. Gran parte de los pasajeros locales hacen uso de los estacionamientos, por lo que su número será un factor mas de la oferta; sin embargo, los pasajeros de paso no hacen uso de este subsistema, pudiéndose descontar del total anual de pasajeros.

* En la "Evaluación Financiera y Estrategia de Desarrollo", del estudio de planeación de la red nacional de aeropuertos realizado por FOA, consultores en julio de 1982, se propone un factor de 14.5 m² por pasajero en hora pico en aeropuertos de largo alcance, de 10 en los de mediano alcance y de 8 en los de corto alcance. De esa manera se consideran los mayores requerimientos de área asociados a las terminales internacionales con zonas de servicios, comercios, aduanas, exposiciones, etcétera.

El tipo de actividad de la localidad del aeropuerto es un indicador mas de la demanda de cajones de estacionamiento, observándose que en un aeropuerto turístico los requerimientos son menores que en un aeropuerto de un centro industrial, agrícola o de servicios. Los turistas normalmente hacen uso de los modos de transporte colectivo de los aeropuertos.

No existe una metodología general perfectamente definida que concidere todos estos factores y exprese el tráfico de pasajeros en término de cajones de estacionamiento. No obstante esto y dado que cada aeropuerto presenta necesidades particulares, es lógico suponer que existe una relación directa entre el número de pasajeros procesados anualmente y la oferta actual de cajones, siempre y cuando no se hayan registrado niveles de sobredemanda ni de subocupación. Para poder asociar un nivel de servicio a la capacidad se manejará la relación cajones de estacionamiento por pasajero en hora pico, considerando un factor de 0.5 cajones por pasajero en aeropuertos no turísticos y de 0.25 en turísticos, mismas cifras utilizadas por FOA, Consultores en su estudio de planeación de la red nacional de aeropuertos de México³ *.

El acceso al aeropuerto de Culiacán se hace fundamentalmente en automóvil particular, y en mayor medida por taxis. No existe ningún otro modo de transporte público que actualmente preste servicio entre dicha terminal y el centro de la ciudad, así como tampoco planes que consideren algún cambio a corto o mediano plazo. Cabe mencionar que dicha ciudad es no turística, con un tráfico aéreo casi 100% nacional, por lo que se considera el factor de 0.5 m² por pasajero en hora pico, el que aplicado a la oferta actual de 208 cajones de estacionamiento arroja una capacidad de procesamiento de 416 pasajeros en hora pico.

Diagnóstico y programa de ampliaciones

El diagnóstico es el resultado de la evaluación operativa de cada subsistema, en el cual se identifican los componentes que pueden estar presentando fallas o que simplemente esten funcionando satisfactoriamente. Para elaborarlo se analiza cada subsistema comparando su capacidad de diseño con la demanda existente, contemplando a través de los niveles de servicio los tiempos de espera ocasionados a los usuarios, especialmente a los de pistas y plataformas.

El programa de ampliaciones se determina del diagnóstico y de la evaluación ex-ante de las capacidades, de tal forma que establece las necesidades en infraestructura de cada subsistema y el momento en que será requerida su construcción.

En términos generales el aeropuerto de Culiacán posee una infraestructura desproporcionada: adecuada en unos aspectos e insuficiente en otros. La capacidad de pistas estimada en 68 000 operaciones anuales y entre 18 y 30 operaciones en concentraciones horarias máximas es superior a la demanda, para un nivel de servicio del 100%, lo que indica que está operando satisfactoriamente. El subsistema de plataformas para la aviación comercial tiene una capacidad de proceso máxima de 6 operaciones por hora, un 33% inferior a la requerida de 9 operaciones por hora para un nivel de servicio del 95% (ver anexo A.10). El edificio terminal presenta también problemas de congestionamiento; su capacidad actual de procesamiento de 72 pasajeros en hora pico está un 52% abajo de la recomendable de 150. En lo que respecta a estacionamientos, la oferta es superior a la demanda, estimándose que no se requirieran ampliaciones antes del año 2000.

En caso de no realizarse obra de ampliación alguna, el efecto de la demanda en el funcionamiento del aeropuerto se vería medido por los nuevos niveles de servicio, mismos que se presentari en la tabla 4.7. La forma de determinar el nivel de servicio futuro para éste escenario de no inversión es comparando la capacidad actual de cada subsistema con los pronósticos mostrados en el anexo A.10 e identificando el nivel de servicio asociado para el año de pronóstico correspondiente.

* Estos factores se obtuvieron de un análisis de los aeropuertos de la red de ASA, en donde se consideró el tipo de la terminal aérea, el tráfico anual de pasajeros, la oferta en cajones de estacionamiento y la calidad del servicio.

TABLA 4.7

NIVELES DE SERVICIO CONSIDERANDO EL ESCENARIO DE NO INVERSIÓN, 1985-2000

SUBSISTEMA	CAPACIDAD ACTUAL	Actual	NIVEL DE SERVICIO (%)				
			Diseño	1985	1990	1995	2000
Pistas	18-30	100	99	100	100	100	99
Plataforma	2	85	95	85	80	*	*
Edificio Terminal	730	*	85	*	*	*	*
Estacionamientos	208	99	85	99	99	97	93

* Menor al 75%.

Con la ayuda de la figura 4.1 se puede observar la evolución esperada de la demanda en relación a la oferta actual para cada uno de los cuatro subsistemas asociada al escenario de la tabla anterior. Tanto pistas como estacionamientos poseen una infraestructura capaz de procesar satisfactoriamente la demanda correspondiente estimada hasta el año 2000, no siendo el mismo caso para los subsistemas de plataformas y edificio terminal en donde la demanda actual es superior a la oferta; la situación más crítica corresponde al edificio terminal cuya demanda actualmente supera en más de un 100% a la oferta, y de no construirse las ampliaciones que se estimen necesarias su déficit para el año 2000 podría ser hasta del 400%.

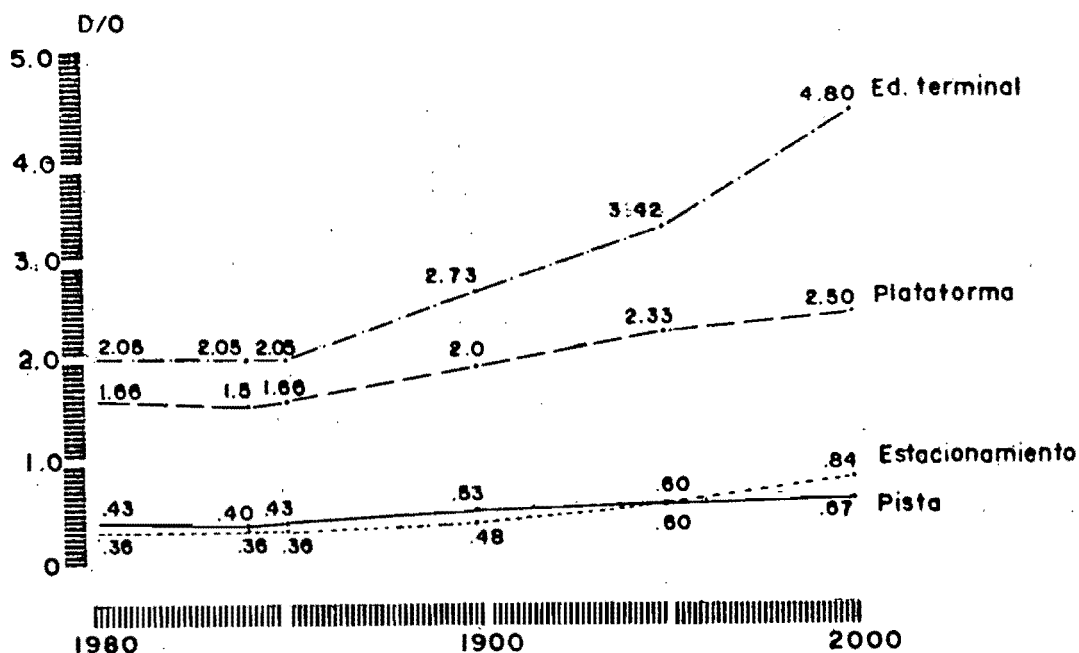


FIG. 4.1 EVOLUCION DE LA RELACION DEMANDA/OFERTA CONSIDERANDO EL ESCENARIO DE NO INVERSIÓN, 1985-2000

De evolucionar la actividad aérea en el aeropuerto de Culiacán en la forma estimada, es claro que continuarán los problemas de saturación en plataformas y edificio terminal de no ampliarse las instalaciones de ambos subsistemas. Dichos requerimientos de ampliación quedan definidos en función de la demanda de operaciones y pasajeros en hora pico y de las normas de diseño propuestas en las secciones anteriores.

Tomando el pronóstico de operaciones en hora pico asociado a un nivel de servicio del 95% y aplicando la expresión de capacidad de plataformas para el primero de los casos analizados, se determinan las necesidades en número de posiciones que se requerirán a lo largo del horizonte de planeación considerado, así como el año en el cual se requerirá su construcción. En la figura 4.2 se muestra el proceso de incrementos en capacidad propuesto para conservar durante los próximos 15 años el nivel de servicio de diseño.

El procedimiento para determinar los requerimientos futuros de infraestructura en edificio terminal es similar al anterior, utilizando en este caso los pronósticos de pasajeros en hora pico para un nivel de servicio del 85% y la norma de 10 m² de área por pasajero. En la figura 4.3 se muestra el proceso de incrementos en capacidad propuesto para conservar el nivel de servicio de diseño.

Respecto a los subsistemas de pistas y estacionamiento de automóviles el procedimiento sería el mismo, pero considerando los parámetros correspondientes: para el caso de pistas se tomarían en cuenta los pronósticos de operaciones en hora pico para un nivel de servicio del 99%, y del 85% para estacionamientos, utilizando la metodología de cálculo de capacidades correspondiente. En ambos subsistemas la oferta supera a la demanda, tal como se puede apreciar en las figuras 4.2 y 4.3, por lo que no se requerirán ampliaciones durante los próximos años. Adicionalmente, si la demanda en pistas fuera superior a la oferta, se requeriría definir un proyecto de crecimiento que contemplara las ampliaciones posibles dada la infraestructura existente, de tal forma que con la nueva configuración y la ayuda de las tablas 4.6 se pueda determinar el nuevo nivel de capacidad de pistas. En lo referente a estacionamientos se aplicaría la norma de 0.5 cajones por pasajero en hora pico y los pronósticos antes mencionados.

De construirse las ampliaciones propuestas en las figuras anteriores se lograría garantizar un nivel de servicio al menos igual al de diseño, tal como se muestra en la tabla 4.8. Con las ampliaciones consideradas se lograría incrementar la capacidad de plataformas a 12 y a 15 operaciones en hora pico para 1985 y 1990, respectivamente. En edificio terminal los incrementos en capacidad de procesamiento serían en 127, 50 y 100 pasajeros en hora pico durante 1985, 1990 y 1995.

TABLA 4.8 NIVELES DE SERVICIO CONSIDERANDO EL ESCENARIO DE INVERSION, 1985-2000

SUBSISTEMA	CAPACIDAD ACTUAL	Actual	NIVEL DE SERVICIO (%)				
			Diseño	1985	1990	1995	2000
Pistas	18-30	100	99	100	100	100	99
Plataformas	2	85	95	98	98	96	95
Edificio Terminal	730	*	85	95	92	95	85
Estacionamiento	208	99	85	99	99	97	93

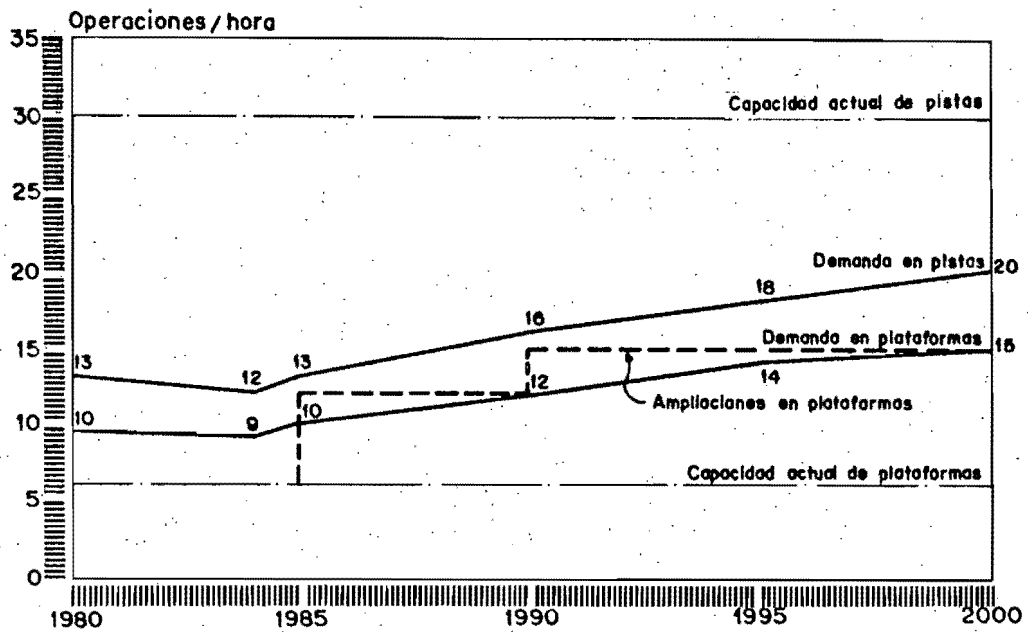


FIG. 4.2 DIAGNOSTICO DE PISTAS Y DE PLATAFORMAS PARA LOS NIVELES DE SERVICIO DE DISEÑO

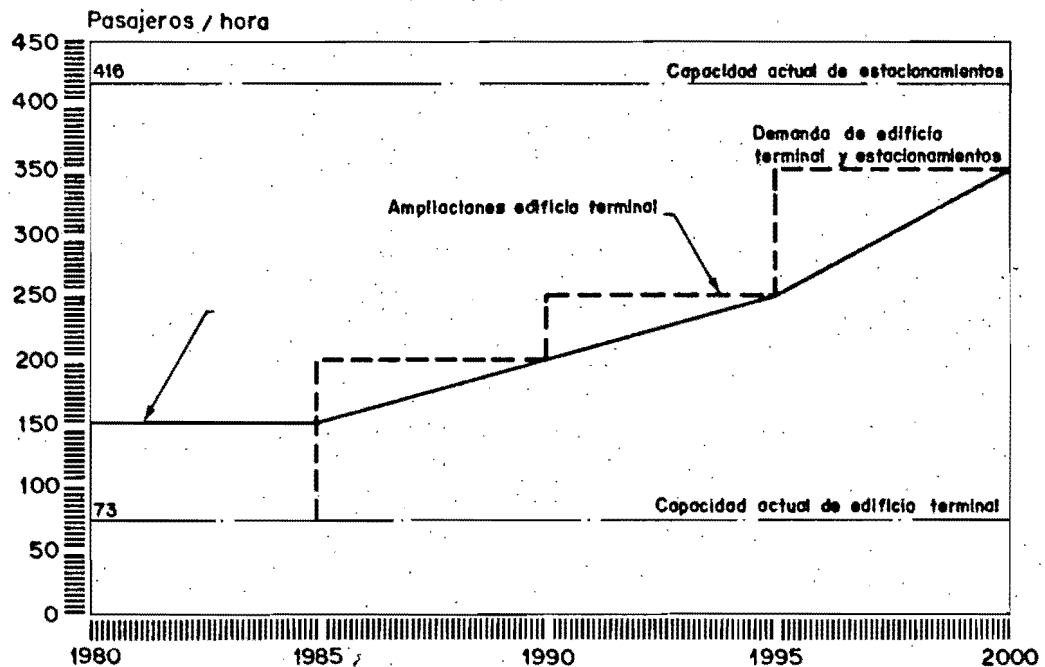


FIG. 4.3 DIAGNOSTICO DE EDIFICIO TERMINAL Y DE ESTACIONAMIENTO, PARA LOS NIVELES DE SEVICIO DE DISEÑO.

Los incrementos de capacidad anteriores están asociados a ciertas ampliaciones en infraestructura: para 1985 se proponen la construcción de 2 plataformas comerciales y 1,270 m² de edificio terminal, 1 plataforma y 500 m² para 1990, y 1000 m² más de edificio terminal para 1995. En total se requerirá incrementar la oferta de posiciones en plataforma en 3 unidades y en 2,770 m² de edificio terminal.

La equivalencia de las ampliaciones en términos de unidades de superficie se obtienen con la ayuda de parámetros estudiados y propuestos por la FAA. Las dimensiones de las plataformas dependen del tamaño de las aeronaves, de la posición de estacionamiento para el ascenso y descenso de pasajeros y de carga (nose-in, nose-out, angle nose-in, angle nose-out y parallel), y del medio empleado para entrar y salir a la plataforma (taxi-in, taxi-out, push-in, push-out). El área requerida por las aeronaves DC9-30 y B727 en posición nose-in y medio de retiro taxi-out es de 1,915 m² y 2,758 m², respectivamente.

En relación al aeropuerto de Culiacán para el procesamiento de equipos DC9-80 en entrada tipo taxi-in, posición en parallel y salida taxi-out se requerirán plataformas de 2,700 m². Los requerimientos futuros de ampliación serán de 5,400 m² para 1985 y de 2,700 m² en 1990.

No obstante que el subsistema de estacionamiento de automoviles será adecuado, al menos hasta el año 2000, es sano indicar que la norma del diseño de un cajón de estacionamiento es de 30 m², cantidad que incluye las áreas de tráfico. También, las dimensiones de una calle de rodaje adecuada a las características del aeropuerto de Culiacán sería de un ancho de 23 m y una longitud de 2,500 m (2,300 m que mide la pista y 188 m de las dos cabeceras*).

El programa de ampliaciones resume la información anterior presentandola en unidades de medición e identificando su construcción en el tiempo. En la tabla 4.9 se presenta el programa de ampliaciones del aeropuerto de Culiacán para el período 1985-2000. Se puede observar que en congruencia con lo desarrollado anteriormente, los subsistemas de pista y estacionamiento en la actualidad operan sin problemas, por lo que no requieren de modificación alguna, en contraste con plataformas y edificio terminal que presentan problemas de congestión en algunas horas del día.

TABLA 4.9 PROGRAMA DE AMPLIACIONES, 1985-2000

SUBSISTEMA	AMPLIACIONES (m ²)			
	1985	1990	1995	2000
Pistas	—	—	—	—
Plataformas	5,400	2,700	—	—
Edificio Terminal	1,270	500	1,000	—
Estacionamientos	—	—	—	—

No obstante que la pista aislada con que cuenta el aeropuerto en la actualidad es suficiente para procesar el tráfico de los próximos 15 años, sería conveniente analizar el proyecto de construcción en 1995 de una calle de rodaje paralela, con la cual se ampliaría la capacidad de procesamiento en un 200%, pasando de 68,000 a 206,000 operaciones anuales, y se mejorarían los niveles de seguridad y eficiencia. Dicha calle de rodaje incluyendo los tramos de las cabeceras sería de 2.5 km de longitud y 23 m de ancho.

* El ancho de la calle de rodaje deberá ser de 23 m, el de la pista de 30 m, y la separación mínima entre ejes longitudinales de 120 m (400 pies,¹⁷ por lo que la separación en las cabeceras es de aproximadamente 90 m.

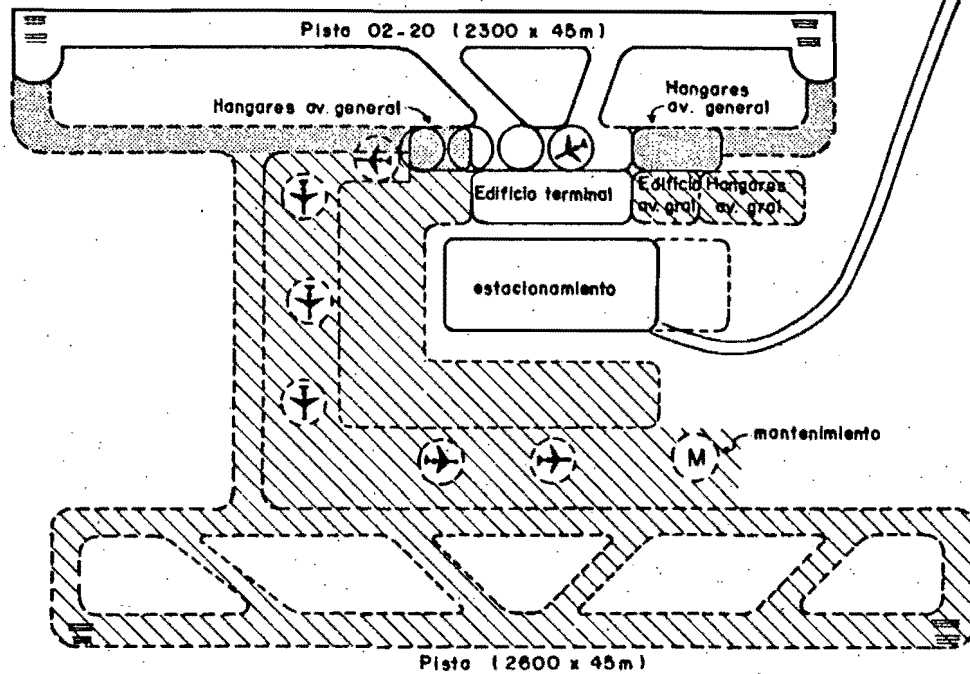
En la referencia¹⁶ se menciona que es recomendable la construcción de una calle de rodaje paralela cuando la demanda es superior a las 20,000 operaciones anuales, y agrega que "sí en los pronósticos de un aeropuerto nuevo se espera alcanzar ese nivel de actividad en sus primeros dos años de operación, la calle de rodaje paralela deberá ser construida como parte del desarrollo inicial". El tráfico en el aeropuerto de Culiacán superó en 1969 la cifra de 20,000 operaciones.

Configuración del aeropuerto

La evolución de las instalaciones deberá de ser congruente con un proyecto de crecimiento que conceptualice la imagen objetivo del aeropuerto. Cada etapa de ampliación es solo un paso mas hacia la configuración final del aeropuerto, la cual deberá estar contemplada en el plan maestro, al igual que todos aquellos pequeños detalles que podrían en un momento dado obstaculizar el proceso evolutivo.

En la figura 4.4 se presenta la configuración final propuesta para un período de planeación superior a los 15 años. Se considerará como premisa principal la utilización de las instalaciones actuales y la factibilidad de adquisición de terrenos vecinos para futuras ampliaciones. La única modificación a la infraestructura actual es, y a un largo plazo, la reubicación de los hangares de la aviación general con el propósito de ceder el terreno actual a las necesidades futuras de edificio terminal. Dado que las posibilidades de crecimiento hacia el norte y al oriente están restringidas, la primera por la carretera Culiacán-Navolato y la segunda por algunos asentamientos, se propuso que la expansión fuera hacia el sur en donde se colinda con terrenos agrícolas.

Esta configuración se compone de 2 grandes etapas: la primera que incluye las instalaciones actuales, la calle de rodaje paralela a la pista 02-20 y las ampliaciones propuestas para plataformas y edificio terminal con lo cual se alcanzaría una capacidad para procesar 206 000 operaciones anuales; y la segunda etapa que contempla la construcción de nuevas plataformas, una sección para la aviación general, área adicional de edificio terminal, una posición para mantenimiento de aviones comerciales y una pista con calle de rodaje y salidas de alta velocidad, con lo cual se incrementaría la capacidad anterior en 154,000 operaciones para un total de 360 000 operaciones anuales.



- Actual
- - - Futuro
- ▒ 180 000 operaciones anuales
- ▨ 360 000 operaciones anuales

FIG. 4.4 CONFIGURACION DEL AEROPUERTO DE CULIACAN

5

Evaluación

Generalidades de la evaluación

(P-V5)

↙ La evaluación de proyectos consiste en determinar los parámetros de rentabilidad del o de los proyectos en estudio para jerarquizarlos en función de su aportación a los objetivos de los inversionistas. Un proyecto con participación privada se evalúa financieramente, en cambio uno de participación estatal se evalúa desde el punto de vista social.

La diferencia básica entre una evaluación comercial o financiera y una social o económica radica en los precios que se consideren, correspondiendo a la primera los precios de mercado y a la segunda los precios de cuenta o precios sombra. La diferencia entre uno y otro criterio radica en que una firma compra y vende a precios de mercado, y el estado se ocupa del significado de dichos precios en la totalidad de la nación. Hay que tener presente que el costo de un bien o servicio subsidiado es mayor para la nación que para el consumidor.

La rentabilidad de un proyecto de inversión comunmente se mide con los parámetros de Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio / Costo (B/C): el primero es la suma aritmética de los flujos actualizados de ingresos y egresos esperados del proyecto; el segundo es la tasa de actualización para la cual el VPN es cero, o sea la tasa de interés para la cual los ingresos y egresos actualizados son iguales; y el tercero es el coeficiente de los ingresos sobre los egresos actualizados. Dependiendo del o los parámetros de evaluación empleados se selecciona, el proyecto con el mayor VPN, o el de mayor TIR, o el de la mayor relación B/C. En esta sección se considerarán exclusivamente el VPN y la TIR.

↖ Mientras que en la evaluación financiera es evidente el objetivo de maximizar utilidades, en el contexto nacional el objetivo no es uno sólo aunque pueda definirse como el incremento del bienestar de la población. La forma de evaluar dicho objetivo es a través de la medición de el consumo nacional, la redistribución del ingreso, las tasas de crecimiento del ingreso nacional, del nivel de empleo, de la autosuficiencia y de las necesidades meritorias. Se observa que los factores sociales anteriores por su misma naturaleza no tienen una unidad de medición común, al igual que los costos sociales, sin embargo son posibles de definir y homogenizar con la ayuda de parámetros de ponderación que establecen la equivalencia de una unidad de los factores anteriores con respecto a un factor base, que en la mayoría de los casos y por conveniencia ha sido el consumo. La forma de actualización de los beneficios es con la aplicación de la tasa de actualización social, la cual se define como la tasa con "la cual las autoridades creen que se deben actualizar los beneficios futuros a fin de armonizarlos con los beneficios actuales"¹⁸.

↙ ↖ Para el caso de un proyecto de ampliación es también recomendable determinar los parámetros de rentabilidad involucrados, pues de otra manera no se podría establecer la bondad de dicha ampliación, ni en lo particular, ni en lo general para todo el sistema, ya que se estaría modificando la capacidad de producción, con lo cual tanto los ingresos como los egresos sufrirían variaciones que inciden directamente en los factores de rentabilidad.

La evaluación de proyectos está íntimamente ligada con la planeación tanto a nivel micro como macro. Desde el punto de vista de la firma es necesario planear las etapas de crecimiento, identificando las variaciones posibles del mercado y los momentos adecuados de ampliación y contracción de la oferta para optimizar recursos y utilidades. Por otro lado, el sector público también planea cada una de sus ramas económicas y evalúa las diversas alternativas de crecimiento, considerando los beneficios y costos sociales de cada opción. En el caso particular del sector industria el inversionista decide por el proyecto que mejor cumple su objetivo de maximización de utilidades sin tomar en cuenta los costos sociales en que incurre al seleccionar una localización u otra, sin embargo el gobierno al alentar el desarrollo de parques y corredores industriales considera, entre otros, los costos de inversión y los de disminución de ingresos por concepto de incentivos, y los beneficios sociales como son la generación de empleos, la distribución del ingreso y la disminución de la migración.

Es evidente y claro que la evaluación de proyectos es indispensable en el proceso de planeación, y en especial en un país subdesarrollado como México con recursos limitados y una gran deficiencia en la oferta de servicios básicos.

El caso del aeropuerto está fuertemente ligado a la economía regional, y por lo tanto a la comunidad que habita en su entorno, y dado que los recursos y la administración destinados a su operación provienen del gobierno es necesario evaluar socialmente cualquier proyecto nuevo o de ampliación para determinar su factibilidad. No obstante que un proyecto sea público, es recomendable hacer primero su evaluación comercial y después la social para establecer un marco de referencia que permita objetivizar la bondad y factibilidad del proyecto.

Ingresos y egresos

Para la evaluación financiera y social es necesario determinar primeramente los ingresos y egresos, así como la composición de ambos rubros para determinar la participación porcentual de sus elementos en el monto total. Normalmente para el caso de los aeropuertos los ingresos como los egresos se clasifican en dos grupos: de operación e indirectos. La estructura de ambos aspectos contables utilizada en los Estados Unidos de Norteamérica es la siguiente:

Ingresos

- * Ingresos de operación. Estos ingresos se clasifican en cinco grandes grupos¹⁹:
 - • Area de aterrizajes. Ingresos producidos directamente por la operación de aeronaves en la forma de cuotas de aterrizajes y rampas de estacionamiento.
 - • Concesiones en área terminal. Usos ajenos a las líneas aéreas en la terminal producen ingresos de una variedad de actividades incluyendo áreas de especialidad (v.gr. tiendas de duty-free, venta de recuerdos, librerías, puestos de periódicos), áreas de alimentos y bebidas (v.gr. restaurantes, cafeterías, bares), áreas de diversión (v.gr. áreas de televisores, películas y de observación), servicios al viajero (v.gr. lockers, baños, florerías, aseguradoras, renta de carros, áreas de descanso, teléfonos), áreas de servicios personales (v.gr. peluquerías, salones de belleza), y facilidades fuera de la terminal (v.gr. renta de oficinas, anuncios).
 - • Areas de renta a líneas aéreas dentro de la terminal o en cualquier lugar del aeropuerto. Se pueden generar ingresos substanciales con la renta de instalaciones a las compañías de aviación. Dichas compañías normalmente alquilan oficinas, hangares, contadores de boletos de entrada y salida, áreas de operación y mantenimiento, y terminales de carga. Cuando las instalaciones son propiedad de la compañía se paga renta por superficie.
 - • Otras áreas de alquiler. Muchos aeropuertos grandes operan como complejos industriales y de transporte incorporando un número de operaciones ajenas a las líneas aéreas. Estas operaciones, las cuales constituyen otra forma de ingresos, comunmente incluyen áreas industriales, instalaciones de combustibles y de servicios, operadores de base fijos, transportistas, y bodegas.
 - • Otros ingresos. Los recursos que pueden contribuir a ésta categoría incluyen renta de equipo, reventa de instalaciones, y en algunos aeropuertos, servicios como manejo de equipaje.
- * Ingresos indirectos. Todo ingreso ajeno a los recursos que no están directamente conectados a las funciones del aeropuerto es un ingreso indirecto. Dicho ingreso puede provenir, por ejemplo, de la renta de un terreno fuera del aeropuerto o de la generación de intereses de utilidades.

Egresos

- * Gastos de operación. Numerosos gastos de operación están asociados con la provisión de servicios aeroportuarios. Estos pueden categorizarse en costos de mantenimiento y costos de operación.
 - Costos de mantenimiento. Gastos ajenos al tráfico para la conservación de instalaciones. Se debe proveer mantenimiento al área de aterrizajes (pistas, salidas, calles, plataformas, equipo de iluminación, etcétera), al edificio terminal (edificios, instalaciones, manejo de equipaje, rutas de acceso, áreas verdes, etcétera), y a los hangares, terminales de carga, y otras instalaciones.
 - Costos de operaciones. Gastos relacionados con el tráfico del aeropuerto y que en alguna medida se pueden eliminar cuando la demanda es baja. Comprenden gastos de administración, de personal, de instalaciones y de seguridad.
- * Egresos indirectos. Son los gastos en que se incurriría en caso de que el aeropuerto cesara sus operaciones. Comúnmente incluyen el pago de intereses y los cargos de amortización de pistas, edificios y demás infraestructura.

Se ha observado que en los aeropuertos estadounidenses los ingresos y egresos varían de un aeropuerto a otro en estructura y en tamaño. Normalmente los aeropuertos grandes con volúmenes de tráfico superiores a los 2 millones de pasajeros anuales generan, principalmente, sus ingresos del otorgamiento de concesiones en el edificio terminal. Para aeropuertos pequeños con niveles de tráfico menores a los 125 mil pasajeros los ingresos corresponden, en mayor porcentaje, a las cuotas de hangares.

En el caso de México la mayor participación de los ingresos es por la venta de combustibles, ya que ASA percibe de PEMEX una comisión por cada litro vendido de combustible. Se observa que más del 60% de los ingresos provienen de este concepto. Además, los aeropuertos con mayor tráfico aéreo son los que generan mayores ingresos, resultado obvio de una mayor venta de combustibles.

Es importante hacer notar que en México se tiene una conceptualización de los aeropuertos algo diferente a la de los Estados Unidos. Como se mencionó con anterioridad, en el país vecino muchos de los grandes aeropuertos son privados por lo que el énfasis en el aspecto financiero es grande, además de dar servicio a un número considerable de aeronaves militares; en cambio en México los aeropuertos se consideran fundamentalmente obras sociales de comunicación, por lo que se justifica el que algunos de ellos operen con números rojos. Estos factores repercuten directamente en las tarifas aeroportuarias en uno y otro país, pero no en los rubros que los ingresos y egresos consideren.

En los estados financieros de los 50 aeropuertos manejados por ASA, se observa que los rubros de ingresos y egresos son similares a los listados anteriormente. Además aquí se manejan dos conceptos generales tanto en ingresos como en egresos: administración y combustibles. Los ingresos por administración consideran cargos por servicios aeroportuarios como concesiones, transporte, arrendamientos, estacionamientos y hangares, y los de combustibles la venta de combustibles y lubricantes. Respecto a los egresos, su estructura consiste de los renglones siguientes: combustibles y lubricantes, servicios personales, impuestos y derechos, otras erogaciones de operación, conservación y mantenimiento, bienes de operación, depreciación, y prorrateo de gastos de oficinas generales; sus renglones más importantes son los primeros dos y el último.

Un procedimiento minucioso de análisis de ingresos involucraría el entrar en detalle en cada uno de los conceptos mencionados, sin embargo dada la gran participación de un sólo factor —combustibles—, es factible conceptualizar los ingresos en función de combustibles y de servicios aeroportuarios. En lo que se refiere a egresos la situación es la misma, sobresaliendo el rubro de combustibles con respecto al total.

La participación de la venta de combustibles en el total de ingresos de los aeropuertos nacionales ha ido aumentando, pasando del 63% en 1979 al 78% en 1980 y al 84% en 1981. En la actualidad dicho porcentaje es quizás mayor debido a los incrementos en el precio de los combustibles a partir de 1982. En lo que a egresos se refiere, el pago por concepto de combustibles representó el 50% en 1979, el 70% en 1980 y el 78% en 1981.

No obstante de ser cada aeropuerto una obra de infraestructura demasiado cara y, por consiguiente, una fuente potencial generadora de ingresos, es triste ver que en México necesiten operar como expendios de turbosina y gas avión para poder registrar cifras negras. Y aún así, existe un gran número de aeropuertos que actualmente operan con números rojos (33 de 52 aeropuertos en 1981).

Pronóstico de ingresos

Los ingresos de un aeropuerto provienen de diversas fuentes, por lo que su pronóstico debería contemplar un análisis detallado de cada una de ellas. Sin embargo, es factible en algunos casos hacer consideraciones sanas que simplifiquen el procedimiento sin pérdida de confiabilidad de los resultados. En el caso de los aeropuertos mexicanos, como se mencionó anteriormente, ésto se puede hacer considerando dos renglones solamente: combustibles y servicios aeroportuarios, en donde el segundo comprende de una manera agregada a cada uno de los servicios.

Para pronosticar los ingresos de un aeropuerto es necesario conocer la evolución futura de la demanda aérea de operaciones, de combustibles, de tarifas y de instalaciones en edificio terminal y demás subsistemas. El único factor que presenta dificultad en cuanto a su estimación es el de tarifas, debido a la incertidumbre asociada a su evolución y al hermetismo presente en las personas encargadas de su estimación y manejo, lo que hacen prácticamente imposible trabajar directamente con dicho factor.

Los pronósticos de operaciones y de ampliaciones en infraestructura se presentan en secciones anteriores, por lo que el único restante es el de combustibles, el cual se hará suponiendo que el número promedio de litros despachados por tipo de aeronave cambia a medida que las características de los aviones evolucionan. No es lo mismo dar servicio a un B727 que a un DC10. En éste concepto, son muy importantes el tamaño de las aeronaves y su mezcla, ya que su perfecta identificación permite estimar las demandas futuras de combustibles.

En cuanto al pronóstico de ingresos por servicios aeroportuarios, la forma adecuada de realizarlo es pronosticando las tarifas de cada uno de los servicios. Para el renglón de aterrizajes sería necesario estimar los niveles de operaciones por tipo de aeronaves y las tarifas asociadas a cada una de ellas; de igual manera se procedería con las instalaciones en edificio terminal, pronosticando las ampliaciones de las áreas otorgadas en consesión y sus respectivas tarifas. Lo mismo es válido para estacionamientos de automóviles, hangares, bodegas, etcétera. Sin embargo, dadas las características de los aeropuertos nacionales enunciadas en párrafos anteriores, se procederá a estimar este tipo de ingresos en función de la actividad aérea, considerando que el crecimiento de los ingresos es proporcional al número de operaciones, pero a pesos constantes de un año base para contrarrestar el efecto inflacionario.

En el caso particular del aeropuerto de Culiacán, los estados de resultados muestran un comportamiento financiero similar al de todos los aeropuertos de la red, con un crecimiento en la participación de combustibles y con ingresos por servicios aeroportuarios bajos. Las cifras para los años de 1979 a 1981 se presentan en la tabla 5.1.

TABLA 5.1 ESTADOS DE RESULTADOS DEL AEROPUERTO DE CULIACAN, 1979-1981

CONCEPTO	1979	1980	1981
		Millones de pesos	
Ingresos:	28.416	61.830	150.085
Servicios aeroportuarios	11.560	14.151	16.772
Combustibles	16.856	47.679	133.313
Egresos:	32.672	67.956	149.540
Servicios aeroportuarios*	19.571	25.863	25.656
Combustibles	13.101	42.093	123.884
Balance	(4.256)	(6.126)	545

Fuente: ASA, "Estados de Resultados 1979, 1980 y 1981".

* Incluye gastos de depreciación y de prorrateo de administración.

Se puede apreciar que la utilidad proveniente de la venta de combustibles compensa la pérdida económica de los servicios aeroportuarios, cuyos egresos han sido superiores a sus ingresos. En dos de los tres años de análisis se registran pérdidas, y en el restante la utilidad fué de solamente 545 mil pesos. Aquí resalta todavía más la importancia del renglón de combustibles y la urgente necesidad de reestructurar las tarifas aeroportuarias para hacer del aeropuerto una inversión redituable o al menos autofinanciable.

Los ingresos por venta de combustibles en la terminal aérea de Culiacán se determina en función directa del crecimiento de la actividad aérea en término de operaciones, identificando la parte generada por la venta de turbosina y la correspondiente a gas avión. A todas las operaciones comerciales del primer nivel se asocian las volúmen de turbina, y a las operaciones de tercer nivel y de aviación general los de gas avión.

Anteriormente se mencionó que no se esperan cambios en la mezcla de aeronaves que operan en Culiacán ni la introducción a largo plazo (hasta el año 2000) de equipos de mayor tamaño que los actuales. Entonces es lógico suponer que el consumo de combustible promedio actual por operación se conservará a futuro. En la tabla 5.2 se presenta el pronóstico de demanda de combustibles, obtenido en base al pronóstico de operaciones de la tabla 3.14 y suponiendo que los consumos promedios por operación de turbosina y gas avión de 1981 se conservan a futuro.

**TABLA 5.2 PRONOSTICO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES,
1985-2000**

AÑO	Turbosina	Lts./op.	COMBUSTIBLES		Suma
			Gas avión	Lts./op.	
1981	19 762 621	2 900	3 989 212	100	23 751 833
1985	17 400 000	"	4 025 000	"	21 425 000
1990	23 490 000	"	4 635 000	"	28 125 000
1995	28 130 000	"	5 125 000	"	33 255 000
2000	33 640 000	"	5 710 000	"	39 350 000

Para el pronóstico de ingresos por venta de combustibles se considera que el monto anual es proporcional al volumen de litros servidos, de tal forma que su ritmo futuro de crecimiento será igual al estimado para la demanda total de combustibles. Con el fin de evitar el gran nivel de incertidumbre asociado con el pronóstico de los precios de los combustibles, se manejarán los ingresos por dicho concepto a pesos de 1981, presentándose el pronóstico de egresos en la tabla 5.3.

**TABLA 5.3 PRONOSTICO DE INGRESOS POR CONCEPTO
DE COMBUSTIBLES, 1985-2000**

AÑO	\$/Lt.*	COMBUSTIBLES	INGRESOS
		(lts)	(\$)
1981	5.6127	23 751 833	133 313 000
1985	"	21 425 000	120 253 000
1990	"	28 125 000	157 858 000
1995	"	33 255 000	186 652 000
2000	"	39 350 000	220 862 000

Cifras en pesos de 1981.
*Ingresos por litro vendido.

Respecto al pronóstico de ingresos por servicios aeroportuarios la metodología parte de la hipótesis de que dichos ingresos son función directa del número de operaciones y que el ingreso promedio por operación se incrementará uniformemente hasta igualar en 1990 la cifra correspondiente a los costos de 1981. Los ingresos por uso de pista y plataforma son función directa del número de aterrizajes, y los ingresos por concesiones, estacionamientos y revisión de equipaje dependen del número de pasajeros, los que a su vez están estrechamente relacionados con el número de operaciones. No obstante que dichos ingresos provienen de diversos servicios las hipótesis anteriores suenan lógicas, además de que el monto con respecto al ingreso total del aeropuerto es pequeño (del orden del 8%). También, la política del actual gobierno de disminuir subsidios hace factible suponer que para 1990 se podrá eliminar el déficit de los servicios aeroportuarios.

**TABLA 5.4 PRONOSTICO DE INGRESOS POR SERVICIOS
AEROPORTUARIOS, 1985-2000**

AÑO	\$/op.	OPERACIONES	INGRESOS (\$)
1981	357.8	46 875	16 772 000
1985	441.8	46 250	20 443 000
1990	547.3	54 450	29 802 000
1995	547.3	60 950	33 360 000
2000	547.3	68 700	37 601 000

pesos de 1981.

Pronóstico de egresos

El procedimiento utilizado en el pronóstico de egresos es similar al de ingresos, al igual que las consideraciones en que se sustentó éste último. Los datos de apoyo son los mostrados en la tabla 5.1, y en especial los de 1981, último año del que fué posible obtener estados de resultados. Se analizan los rubros de combustibles y servicios aeroportuarios, mostrándose sus pronósticos en las tablas 5.5 y 5.6.

**TABLA 5.5 PRONOSTICO DE EGRESOS POR CONCEPTO
DE COMBUSTIBLES, 1985-2000**

AÑO	COMBUSTIBLES (lts)	\$/lt.*	EGRESOS (\$)
1981	23 751 833	5.215	123 884 000
1985	21 425 000	"	111 748 000
1990	28 125 000	"	146 693 000
1995	33 255 000	"	173 450 000
2000	39 350 000	"	205 240 000

*Egresos por litro vendido
Cifras en pesos de 1981

**TABLA 5.6 PRONOSTICO DE EGRESOS POR CONCEPTO DE
SERVICIOS AEROPORTUARIOS, 1985-2000**

AÑO	\$/op.*	OPERACIONES	EGRESOS (\$)
1981	547.328	46 875	25 656 000
1985	"	46 250	25 314 000
1990	"	54 450	29 802 000
1995	"	60 950	33 360 000
2000	"	68 700	37 601 000

*Egresos por operación
Cifras en pesos de 1981.

La única diferencia en cuanto a las consideraciones de apoyo para el pronóstico de ingresos y egresos es que el importe promedio por operación de estos últimos por servicios aeroportuarios se conserva constante a lo largo del horizonte de planeación. Con esta medida se logra que el sistema sea autosuficiente en éste renglón, dependiendo sus utilidades de la participación percibida por la venta de combustibles.

Evaluación financiera

La rentabilidad de las inversiones en una terminal aérea, medida desde el punto de vista de una empresa, queda establecida por el Valor Presente Neto, la Relación Beneficio-Costo o la Tasa Interna de Retorno del flujo de efectivo esperado a lo largo del horizonte de planeación. Dicho flujo de efectivo está compuesto por los gastos e ingresos de operación y el monto de las inversiones.

Para un proyecto nuevo, debido a que todo está en estudio, lo que se realiza es una evaluación ex-ante, y para un sistema en operación la evaluación puede ser ex-ante o ex-post. Esta última evaluación se alimenta de los datos de ingresos y egresos de operación y de las inversiones registradas hasta el momento de la evaluación, midiendo el nivel de bondad alcanzado por el sistema a lo largo de su vida operativa. El procedimiento en uno u otro caso es el mismo, la única diferencia es que en la evaluación ex-ante se trabaja con estimaciones y en la ex-post con datos reales.

La presente evaluación se refiere a un aeropuerto en operación, y en especial al análisis de factibilidad de las inversiones propuestas para alcanzar un nivel de servicio operativo adecuado, por lo que se trata de una evaluación ex-ante con un período de planeación de 15 años. Los ingresos y egresos del aeropuerto de Culiacán ya han sido estimados, quedando pendiente indicar el monto correspondiente a las ampliaciones señaladas en el capítulo anterior en la tabla 4.6 (3 posiciones en plataforma de 2700 m² cada una y 2770 m² del edificio terminal).

El monto de las ampliaciones de infraestructura propuestas para el aeropuerto de Culiacán se presenta en la tabla 5.7, junto con los flujos de ingresos y egresos. Los precios unitarios promedios, a pesos de 1981, son de 2000 por m² de plataforma, 10 000 por m² de edificio terminal, 500 por m² de estacionamiento y 31 millones por km de calle de rodaje. Las cifras de ingresos y egresos anuales en los años intermedios se interpolaron de las cantidades pronosticadas para 1985, 1990, 1995 y 2000.

**TABLA 5.7 PRONOSTICO DE INVERSIONES Y FLUJOS DE EFECTIVO,
1985-2000**

AÑO	INVERSION	INGRESOS ¹	EGRESOS ¹	SALDO
1985	23.5	140.696	137.062	(19.866)
1986	—	150.089	144.945	5.144
1987	—	159.482	152.835	6.647
1988	—	168.874	160.722	8.152
1989	—	178.267	168.608	9.659
1990	10.4	187.660	176.495	.765
1991	—	194.130	182.558	11.572
1992	—	200.600	188.621	11.979
1993	—	207.071	194.684	12.387
1994	—	213.542	200.747	12.795
1995	10.0	220.012	206.810	3.202
1996	—	227.702	214.016	13.686
1997	—	235.392	221.222	14.170
1998	—	243.083	228.429	14.654
1999	—	250.773	235.635	15.138
2000	—	258.463	242.841	15.622

¹ Combustibles y servicios aeroportuarios.
Cifras en millones de pesos de 1981.

De los resultados mostrados en la quinta columna de la tabla anterior se desprende que el aeropuerto operará con saldos favorables a partir de 1986 de darse la actividad aérea estimada y de cumplirse las hipótesis de ingresos y egresos expuestas. El saldo de 1985 será negativo debido a las necesidades de inversión requeridas para levantar los niveles de servicio de plataformas y edificio terminal.

En términos generales, se espera que al incrementar el tráfico aéreo el crecimiento de los ingresos sea mayor al de egresos, producto de una mayor venta de combustibles y de un mejoramiento en el balance de los servicios aeroportuarios.

Los indicadores de la evaluación financiera del aeropuerto de Culiacán obtenidos para 3 diferentes tasas de actualización se muestran en la tabla 5.8. Los resultados calculados para una tasa del 0% indican que la utilidad asociada al proyecto sería equivalente a la generada por el efecto de inflación ya que los precios del flujo de efectivo son constantes a pesos de 1981, o sea que la rentabilidad del proyecto en pesos corrientes estaría dada por una tasa de actualización semejante al ritmo de inflación, o que al menos el proyecto generaría intereses iguales a los generados en un banco a una tasa de interés similar a la de la inflación.

TABLA 5.8 INDICADORES DE LA EVALUACION FINANCIERA

CONCEPTO	0%	TASA DE ACTUALIZACION		TIR (36.65%)
		10%	20%	
Valor Presente Beneficios	3 235.8	1 611.7	997.8	607.2
Valor Presente Costos	3 100.1	1 561.8	979.0	607.2
Relación Beneficio/Costo	1.044	1.032	1.019	1.00
Valor Presente Neto	135.7	49.5	18.8	—

Cifras en millones de pesos de 1981.

Al proponer tasas mayores (10% y 20%) se está analizando la bondad del proyecto sobre los niveles de inflación que podrían presentarse a futuro. En caso de que el pronóstico de ingresos, egresos e inversiones se hubiera hecho con pesos corrientes, una de las tasas de actualización obligada sería la tasa de interés bancaria presente en el mercado, de tal forma que el proyecto sería financieramente atractivo para tasas mayores a ella. Pues bien, los resultados de la tabla 5.8 indican que el proyecto de ampliación del aeropuerto y su operación serían financieramente rentables de darse la demanda, los niveles de tarifas, los ingresos y los egresos propuestos, de tal forma que se estaría cumpliendo con los objetivos de seguridad, calidad y autosuficiencia en el servicio de comunicación aérea a Culiacán y a su zona de influencia.

Como se habrá podido observar, los indicadores de rentabilidad obtenidos están asociados a valores promedios de la demanda de pasajeros y de operaciones, así como de ingresos y egresos. Dichas cifras son las de mayor probabilidad de ocurrencia, por lo que en el futuro las cifras de pronóstico rara vez serán iguales a las reales, registrándose una dispersión en los valores correspondiente a una cierta distribución de probabilidades. Esto implica que sería más conveniente trabajar con un intervalo de confianza que con estimaciones puntuales, sin embargo para poder determinar dichos intervalos es necesario poseer ciertos conocimientos en estadísticas, condición que rara vez poseen las personas a las cuales está enfocado el presente trabajo.

Una manera suplementaria de tomar en cuenta las posibles variaciones en los valores de las variables de análisis es determinado el nivel de variación tolerable de los egresos con respecto a los ingresos, de tal forma que se conserve la autosuficiencia del sistema en estudio. Para el caso del aeropuerto esto implica el determinar el porcentaje de incremento máximo de los egresos antes de que el VPN sea negativo; si el incremento relativo de los ingresos o la disminución de los egresos es considerable no hay problema, pero si la relación del primero con respecto al segundo disminuye considerablemente, dadas las necesidades propuestas de inversión, se podrían tener pérdidas en los estados financieros y consecuentemente un VPN negativo.

En la figura 5.1 se presentan para las tasas del 0%, 10% y 20% los valores del VPN correspondientes a diferentes niveles de incremento de los egresos de la tabla 5.7. Dado que el disminuir los ingresos es equivalente a aumentar los egresos, dichas curvas se obtuvieron incrementando éstos últimos y conservando constantes los primeros y los requerimientos de inversión. En ésta figura se observa que para incrementos relativamente pequeños de los egresos se tienen VPN negativos, lo que indica que la diferencia entre ingresos y egresos no es muy grande y que sería necesario establecer medidas de control que permitan monitorear el crecimiento de los egresos, especialmente cuando lo hacen a tasas mayores que las de ingresos.

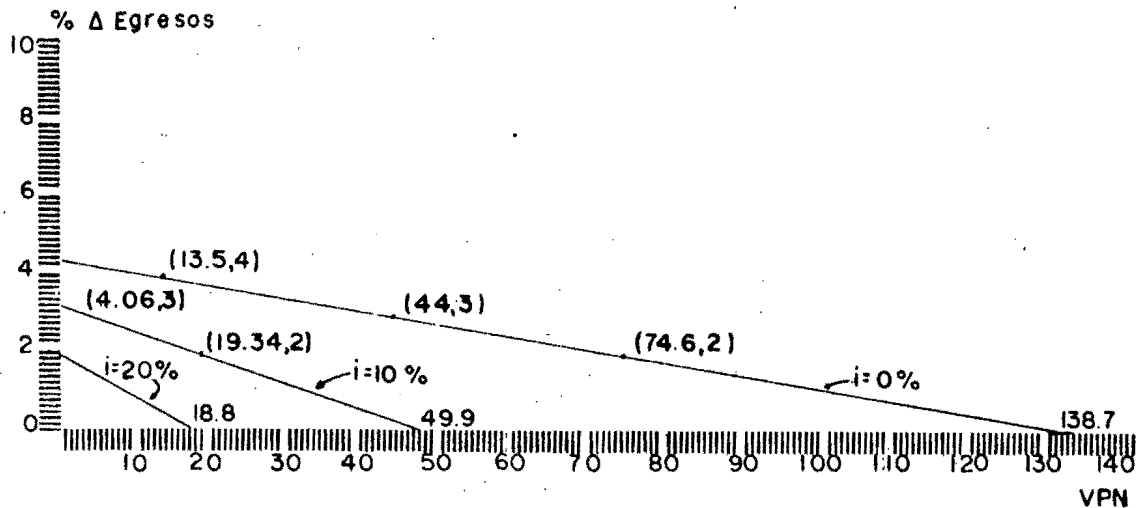


FIG. 5.1 SENSIBILIDAD DEL VPN A INCREMENTOS DE LOS EGRESOS

En la realidad tanto ingresos como egresos varían, por lo que un mejor método sería aquel de tipo dinámico que tomara en cuenta ambas variaciones. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, lo malo no es que ambos se incrementen, sino el que los egresos lo hagan a un mayor ritmo que los ingresos.

Si en el caso del aeropuerto de Culiacán los egresos se incrementaran en un 3.5% por encima de los niveles medios estimados, se tendrían VPN negativos para tasas de actualización superiores al 10%. Para un incremento de solamente el 2% se tendría que el VPN asociado a una tasa del 20% sería de cero, y el correspondiente a una tasa del 10% sería tan solo de 19.3 millones. Esto demuestra la gran sensibilidad de la rentabilidad ante variaciones de los egresos, y en especial a los costos de combustibles cuya participación porcentual en el total es superior al 80%.

En promedio se tiene que por cada incremento porcentual de los combustibles y de los gastos de servicios aeroportuarios los egresos aumentan en 0.8 y 0.2%, respectivamente. O sea que se requerirían incrementos superiores al 17.5% en los servicios aeroportuarios, conservando constantes los de combustibles, para que el incremento de los egresos fuera superior al 3.5% y, consecuentemente, el VPN fuera negativo. Anteriormente se mencionó que el renglón de combustibles es el que aporta las mayores utilidades a los aeropuertos, y en particular al de Culiacán, por lo que el mayor cuidado y control se deberá enfocar a los ingresos y egresos por servicios aeroportuarios, que son los que registran pérdidas.

Evaluación económica *P-16*

La forma académica de realizar una evaluación económica es determinando los precios sombra de cada obra e identificando los beneficios y costos sociales relacionados con el proyecto. En la práctica el panorama es mucho muy diferente, presentándose cierto grado de dificultad en la obtención de los precios sombra ya que existen diferentes cifras para un mismo producto o servicio, y divergencia en la definición de los costos y beneficios sociales a considerar.

Los precios sombra son el valor de oportunidad de todos los bienes y servicios, pudiendo ser mayores o menores a los precios de mercado. Las divisas y la mano de obra calificada y no calificada son los conceptos cuyos precios sombra juegan un papel importante en la gran mayoría de las evaluaciones económicas. Se menciona que el precio sombra de las divisas es un 40% superior al prevaleciente en el mercado, que el de la mano de obra calificada un 100% y que el de la mano de obra no calificada está un 100% por debajo. Estas diferencias se explican por una subevaluación de las divisas producto de una tasa de cambio inferior a la de oportunidad, a una escasez de mano de obra calificada, y a un excedente de mano de obra no calificada cuya incorporación en cualquier proyecto no causa costo alguno a la sociedad.

Para poder aplicar los tres rubros anteriores ó cualquier otro es necesario estimar su participación en los costos y beneficios totales del proyecto, actividad nunca fácil de realizar por lo que comunmente se procede a simplificar el proceso eliminando aquellos rubros cuya participación en la evaluación es insignificante. De esta forma el número de conceptos a evaluar es pequeño.

En el caso de la construcción o ampliación y remodelación de un aeropuerto sería necesario identificar la participación en la inversión de la mano de obra no calificada y calificada y de los insumos de origen extranjero para afectarlos por su factor de costo de oportunidad, así como también el considerar los beneficios y costos sociales generados en las etapas de construcción y de operación. Un costo social serían los beneficios no recibidos y que podrían ser generados por otros proyectos regionales si el monto de las inversiones del aeropuerto se hubiese destinado a ellos, y un beneficio social serían los sueldos de la mano de obra no calificada desempleada, ó el ahorro del tiempo de viaje de los pasajeros medido en término de pesos, comparado con el tiempo en otro modo de transporte.

En proyectos de gran magnitud como una presa, un puerto industrial, un complejo petroquímico, el metro, un aeropuerto, etcétera, la evaluación económica abarca básicamente tres grandes conceptos: la contribución al consumo agregado nacional, la contribución al desarrollo regional y la contribución al desarrollo local. El valor presente neto se obtiene sumando los respectivos VPN de cada rubro, multiplicados por un factor de ponderación α mayor o igual a cero y cuya suma sea igual a la unidad²⁰. La expresión quedaría como sigue:

$$VPN = VPN_S \cdot \alpha_S + VPN_R \cdot \alpha_R + VPN_L \cdot \alpha_L$$

en donde $\alpha_S + \alpha_R + \alpha_L = 1$
 $\alpha_S, \alpha_R, \alpha_L \geq 0$

En la evaluación económica de un aeropuerto internacional como el de México, Acapulco, Cancún, Guadalajara, etcétera, los parámetros mas importantes serían el social y el regional por el impacto de dichos proyectos en el país y, en especial, en su ámbito regional. En el aspecto local su impacto es debil en las grandes ciudades, y en las turísticas se deteriora por el efecto secundario que se refleja en el incremento del costo de vida. En éste contexto es lógico considerar que α_L es cero.

En un aeropuerto como el de Culiacán el α_S sería igual a cero, y α_R y α_L serían positivos con un valor mayor para el parámetro regional que para el local, ya que el impacto de la comunicación aérea con los poblados de la región tiene asociado un gran beneficio regional. En caso de que no existiera dicho aeropuerto, la comunicación entre Culiacán y las demás ciudades grandes del resto del país se podría hacer a través de los aeropuertos de Mazatlán o de Los Mochis, sin embargo el acceso rápido y directo a las localidades aisladas de la sierra quedaría bloqueado.

Los beneficios de la evaluación económica para un aeropuerto como el del presente trabajo estarían dados por los ingresos futuros factibles de captarse con las ampliaciones del aeropuerto, más el equivalente en pesos del tiempo ahorrado por los pasajeros aéreos marginales en compara-

ción con los tiempos de viaje en otros modos de transporte, y los costos de la mano de obra de construcción y operación que se quedan en la región. Por el lado de los costos se tendrían los egresos futuros, los costos de materiales y equipo y el interés que podría generar el monto de las inversiones si se destinara a otros proyectos.*

En el caso particular de Culiacán se consideró que α es igual a la unidad, y que los beneficios estarán dados respectivamente por los ingresos de combustibles y de servicios aeroportuarios, mas el ahorro en tiempo de viaje, y los costos por los egresos de combustibles y servicios aeroportuarios además de los dividendos que generaría el monto de las inversiones a una tasa de interés social. Sin embargo, dado que se están manejando flujos de efectivo a pesos de 1981 y a que las tasas sociales son menores que las de la inflación, el costo por concepto de intereses de dichas inversiones sería cero.

Se considera que al caer el nivel de servicio de los subsistemas de pistas y plataformas por debajo del deseado se está aumentando la probabilidad de un accidente, por lo que el volumen de pasajeros por encima de cualquiera de los puntos críticos de los subsistemas anteriores representa el número de usuarios que se estarían dejando de servir de no ejecutar las ampliaciones propuestas. Tal cantidad se prorratea proporcionalmente a la participación de cada ruta en el tráfico total, y se traduce a pesos suponiendo el costo horario del salario mínimo en Culiacán.

En la tabla 5.9 se presentan los tiempos medios de viaje para las rutas de la aviación comercial del primer nivel. En ella se tiene información de los tiempos de recorrido en avión y en autobús, así como la diferencia de tiempos entre uno y otro modo de transporte. La participación en la demanda de cada una de las rutas se obtuvo de las estadísticas de la tabla 3.3. Con esta información y con la oferta óptima actual de diseño es posible estimar, por diferencia con el pronóstico global, la demanda factible generadora del ahorro de tiempo del beneficio social.

El ahorro en tiempo de viaje en avión con respecto al autobús o cualquier otro modo de transporte terrestre permite a los usuarios dedicar ese tiempo a otras actividades productivas, de ahí su importancia como un beneficio social. Dicho ahorro se presenta en la tabla 5.10 junto con su equivalencia en término de pesos, la cual se calculó para un costo horario de \$21.25** correspondiente al salario mínimo en Culiacán durante 1981. Los intereses serían los generados por los montos en inversiones de ampliaciones, considerando una tasa anual del 50%, similar a la prevaliente actualmente en los bancos.

TABLA 5.9 TIEMPOS MEDIOS DE VIAJE POR RUTA COMERCIAL***

RUTA	DISTANCIA (km)	TIEMPOS MEDIOS DE VIAJE			ΔT (Hr)	PARTICIPACION AV. COMERCIAL 1er. NIVEL
		Avión (Hr)	Autobús (Hr)			
LAP-CUL	300	1	20	19	0.1170	
CUL-CEN	383	1	7	6	0.0276	
CUL-HMO	609	1	9	8	0.0637	
GDL-CUL	641	1	12	11	0.2141	
MEX-CUL	1 104	2	22	20	0.4660	
TIJ-CUL	1 448	2	28	26	0.0947	
CUL-TUS	959	2	15	13	0.0166	

* Una aplicación amplia y detallada de estos conceptos se aplicó para el estudio de factibilidad de un distrito de riego. Para mayor información consultar la referencia.²⁰

** El salario mínimo general o del campo en 1981 fue de \$170 pesos diarios.

***No incluye las rutas de tercer nivel por no existir estadísticas desagregadas de pasajeros ni servicio de transporte foráneo a cada una de las localidades a que presta servicio dicha aviación. Se podían estimar los tiempos medios de recorrido en transporte en-cuestando las diferentes líneas de camiones de la región y realizando algunos recorridos, pero sería una labor que queda fuera de todo contexto. Lo mismo es aplicable para la aviación general.

El sistema de plataformas es el más crítico actualmente operando por arriba de su capacidad de diseño de 6 operaciones/hora, la que expresada en término de pasajeros anuales, con la ayuda de la figura del anexo A.11, es de 250 000 (se considera que los pasajeros que llegan son iguales a los que salen). La demanda marginal queda expresada como la diferencia entre las cifras de la aviación comercial de la tabla 3.13 y la cantidad anterior.

El cálculo del importe del ahorro en tiempo se describe a continuación: 1) se desagrega la demanda marginal comercial por tipo de ruta utilizando los parámetros de participación porcentual de la tabla 5.9, 2) las cifras obtenidas se multiplican por las diferencias de tiempo correspondientes, y 3) la suma de dichos tiempos se multiplica por el costo horario del salario mínimo de \$21.25 pesos. En la tabla 5.10 se muestran los beneficios sociales marginales por concepto del ahorro de tiempo de viaje.

Dentro de los beneficios y de los costos sociales marginales se deberían de haber contemplado los porcentajes respectivos de la inversión en ampliaciones por concepto de mano de obra y de insumos locales; los primeros considerados como beneficios pues incrementan el ingreso, y consecuentemente el consumo agregado regional, y los segundos como costos porque disminuyen la oferta regional de dichos insumos. También, en una evaluación con mayor nivel de detalle se deben de contemplar el factor multiplicador del consumo agregado y la generación de empleos para la operación futura del aeropuerto, sin embargo como estos factores ayudan a aumentar los beneficios y con ello la factibilidad económica de las ampliaciones, se optó por omitirlos procediendo de una forma conservadora.

TABLA 5.10 PRONOSTICO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES MARGINALES

AÑO	DEMANDA MARGINAL	AHORRO EN TIEMPO (Hr)	IMPORTE ¹ (+) M	COSTO DE INTERESES (-) M
1985	71 680	1'236 573	26.277	—
1986	97 736	1'686 073	35.829	—
1987	123 792	2'135 573	45.381	—
1988	149 848	2'585 073	54.933	—
1989	175 904	3'034 573	64.485	—
1990	201 960	3'484 072	74.037	—
1991	227 020	3'916 390	83.223	—
1992	252 080	4'348 708	92.410	—
1993	277 140	4'781 025	101.597	—
1994	302 200	5'213 343	110.784	—
1995	327 260	5'645 660	119.970	—
1996	359 294	6'198 289	131.714	—
1997	391 328	6'750 917	143.457	—
1998	423 362	7'303 545	155.200	—
1999	455 396	7'856 173	166.944	—
2000	487 430	8'408 801	178.687	—

¹ A pesos de 1981.

Como podrá apreciarse en las cifras de la tabla 5.11, las columnas de inversión y de egresos no variaron con respecto a las obtenidas en la evaluación financiera, sufriendo cambios únicamente las cantidades de las columnas de ingresos y de saldo.

La evaluación económica consideró aspectos que generaron incrementos en los ingresos, así como saldos mas favorables, los cuales conducirán a mejores índices de rentabilidad que en la evaluación anterior. Cabe mencionar que los análisis de factibilidad desde el punto de vista econó-

mico y social arrojan mejores índices de rentabilidad que desde el punto de vista financiero o de la empresa.

De registrarse el pronóstico previsto, el aeropuerto de Culiacán operará con números negros, al menos durante los próximos 15 años, con un saldo neto anual que se incrementará a una tasa promedio del 26% anual.

TABLA 5.11 PRONOSTICO DE INVERSIONES Y FLUJO DE EFECTIVO, 1985-2000

AÑO	INVERSION	INGRESOS ¹	EGRESOS ¹	SALDO
1985	23.5	166.973	137.062	6.411
1986	—	185.918	144.945	40.973
1987	—	204.863	152.835	52.028
1988	—	223.807	160.722	63.085
1989	—	242.752	168.608	74.144
1990	10.4	216.697	176.495	29.802
1991	—	277.353	182.558	94.795
1992	—	293.010	188.621	104.389
1993	—	308.668	194.684	113.984
1994	—	324.326	200.747	123.579
1995	10.0	339.982	206.810	123.172
1996	—	359.416	214.016	145.400
1997	—	378.849	221.222	157.627
1998	—	398.283	228.429	169.854
1999	—	417.717	235.635	182.082
2000	—	437.150	242.841	194.309

¹ Combustibles, servicios aeroportuarios, beneficio y costo social marginal.
Cifras en millones de pesos de 1981.

TABLA 5.12 INDICADORES DE LA EVALUACION ECONOMICA

CONCEPTO	TASA DE ACTUALIZACION			TIR (-)
	0%	10%	20%	
Valor Presente Beneficios	4 775.76	2 270.04	1 351.05	—
Valor Presente Costos	3 100.13	1 561.84	978.97	—
Relación Beneficio / Costo	1.54	1.45	1.38	—
Valor Presente Neto	1 675.63	708.20	372.08	—

Cifras en millones de pesos de 1981.

Las inversiones en ampliación son desde un punto de vista económico rentables, arrojando la evaluación valores presentes netos positivos. Los saldos anuales netos son positivos, consolidando la factibilidad de las inversiones y de la operación del aeropuerto de Culiacán. En la tabla 5.12 se presentan los indicadores de rentabilidad, pudiéndose apreciar una superioridad de los beneficios sobre los egresos y que la tasa interna de retorno no tiene asignado valor alguno, esto último como consecuencia de que los saldos anuales estimados eran todos positivos.

Dada la bondad del proyecto de ampliación y de operación del aeropuerto, analizado desde el punto de vista social, se requerirán de grandes incrementos de los egresos con respecto a los ingresos para que dicho proyecto dejara de ser económicamente factible. Considerando una tasa de actualización del 20% se requerirían incrementos en los egresos al menos del 38% para que el VPN fuese negativo. Para tasas menores se pueden tolerar mayores incrementos relativos, tal como se muestra en la figura 5.2.

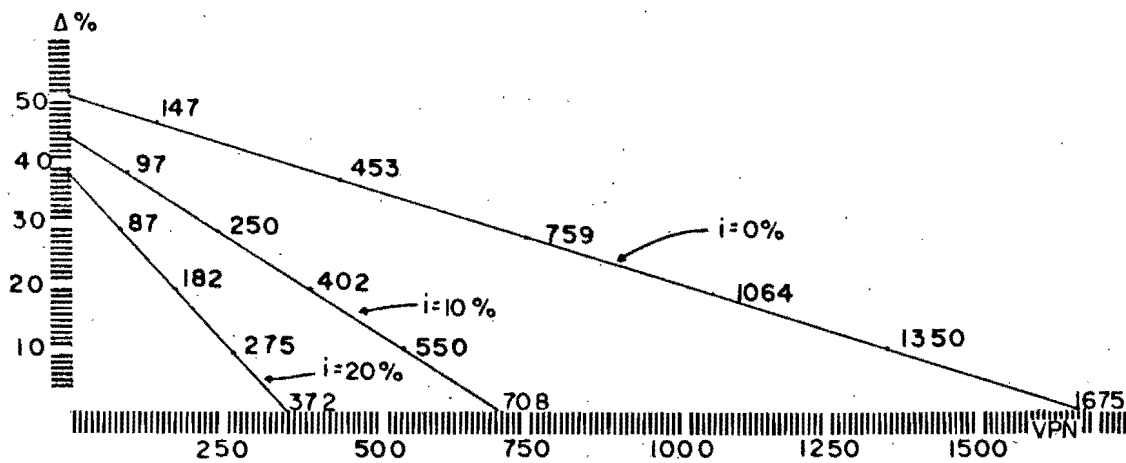


FIG. 5.2 SENSIBILIDAD DEL VPN A INCREMENTOS DE LOS EGRESOS

p-18

Conclusiones y recomendaciones

- 1 La metodología aquí expuesta no requiere para su aplicación de grandes conocimientos sobre el tema debido a que su seguimiento es fácil y sencillo. Presenta la teoría necesaria complementada con la aplicación práctica.
- 2 Los métodos de pronóstico descritos no son todos los existentes, pero si los mas comunes y quizás también los mas confiables. Su selección dependerá del tipo de sistema analizado y de la información disponible, teniendo presente que en la medida en que se disponga de un mayor volumen de información el escenario de procedimientos será mayor, al igual que el nivel de confianza de los resultados.
- 3 El estudio de cualquier fenómeno deberá dirigirse al análisis y pronóstico de las variables que lo explican y no a la evolución histórica del fenómeno en sí. El tratar de estimar el comportamiento futuro de un sistema en base a sus estadísticas omite aspectos primordiales difíciles de apreciar sin una desagregación de sus componentes. Tal sería el caso de un aeropuerto si se tratara de estimar su tráfico con una serie de tiempo o una curva de mejor ajuste a sus estadísticas globales.
- 4 El considerar que la demanda de pasajeros se explica en función de la población y del producto bruto regional y de la variación de las tarifas aéreas establece un lazo entre la actividad del aeropuerto y la región en donde se localiza. Las causas del tráfico no son intrínsecas al fenómeno de la aviación por lo que su explicación no puede ser puramente tendencial, debiéndose buscar sus raíces en el ámbito nacional y regional con el uso de conceptos económicos y sociales.
- 5 El pronóstico de la demanda se realizó desagregando el tráfico de pasajeros en clases de aviones (Comercial y General) y en Subclases (comercial de primer y tercer nivel, y general nacional, internacional y oficial), de tal forma que la cifra global estuvo compuesta por la suma de los correspondientes pronósticos de ambas clases.
- 6 Es necesario probar diversos procedimientos de pronóstico para seleccionar aquel cuyos resultados sean los más "lógicos". En el caso del aeropuerto de Culiacán se probaron diferentes métodos como curvas de ajuste, crecimientos tendenciales, pronósticos de tasas de crecimiento, correlaciones logarítmicas y exponenciales, métodos de analogías y de índices, seleccionándose no uno sólo sino el más "apropiado" para cada variable y subclase. Es poco probable que en un sistema con mas de dos componentes se pueda aplicar extensamente un método exclusivo de pronóstico.
- 7 Para enriquecer el contenido de un estudio y, en particular, los resultados se puede recurrir al análisis de incertidumbre, con el cual se cambia el pronóstico puntual por un intervalo de valores alrededor del valor esperado asociado a una probabilidad de ocurrencia. Esto permite que el manejo del pronóstico de la demanda sea más flexible, y que su transformación a términos monetarios de ingresos y egresos aporte VPN'S asociados también a niveles de confianza. En este contexto se puede hablar de que la demanda y el VPN futuros estarán comprendidos entre dos valores extremos con una probabilidad dada.



8 Debido a que uno de los objetivos, y quizás el mas importante del presente trabajo es aportar algo útil, práctico y de fácil aplicación, se omitió el aspecto del análisis de incertidumbre ya que su aplicación demanda amplios conocimientos en estadística, y en especial en lo referente al análisis de correlación.

A 9 El diseño de las componentes de un aeropuerto en cuanto a necesidades de área, no reviste gran dificultad una vez estimada la demanda, ya que existen métodos gráficos y matemáticos de fácil aplicación. Con la finalidad de optimizar los recursos se deberá tener cuidado de no proponer instalaciones cuyas capacidades rebasen significativamente la demanda futura. Esto es posible dada la gran flexibilidad en el diseño de los subsistemas, especialmente de pista y de plataforma en donde existe una amplia gama de configuraciones (ver referencia 7).

10 No obstante que el programa de ampliaciones se elaboró para los niveles de servicio de diseño, es posible, siguiendo el mismo procedimiento, obtener un programa para cualquier nivel de servicio, de tal forma que el decisor posea mayores elementos de juicio al tomar una decisión. Hay que tener presente que cuando el programa de ampliaciones óptimo se modifica, se puede incurrir en una reducción del nivel de servicio con un consecuente deterioro de la calidad y seguridad o en una subutilización de las instalaciones.

11 La configuración futura del aeropuerto deberá ser modular, de tal forma que cada etapa de ampliación sea congruente y no interfiera con las sucesivas. La configuración del aeropuerto de Culiacán se extiende mas allá del horizonte de planeación considerado hasta el año 2000, para ilustrar las direcciones de crecimiento de las instalaciones y aportar las bases de futuras necesidades de terreno. Además, dentro de dicha configuración se contemplan las ampliaciones propuestas para satisfacer la demanda en el período de estudio 1985-2000. Respecto a la configuración final puede no ser única, ya que ésta es propuesta por el planeador en base a las posibles ventajas operativas, de flexibilidad y de costos.

12 En la actualidad es inaceptable elaborar un proyecto sin incluir el estudio de factibilidad correspondiente, en especial cuando se trata de proyectos gubernamentales de carácter social. Dentro de dicho análisis es recomendable considerar las evaluaciones desde los puntos de vista financiero y económico: la primera como cota de referencia, y la segunda como indicadora de la rentabilidad social del proyecto.

5 13 Uno de los aspectos mas problemáticos en el estudio de factibilidad es determinar y pronosticar los ingresos y los egresos. Algunas veces es difícil tener acceso a la información requerida, y en otras el número de conceptos es muy grande y además varía con el tiempo. En el caso del aeropuerto esto se simplificó mucho debido a que un sólo rubro participaba con más del 75% del flujo de efectivo y a que el resto de los factores se pudieron agrupar en una clase. Es pues recomendable el tratar de asociar los factores en clases disminuyendo así el número de variables a procesar, pero teniendo cuidado en la agrupación de tal forma que los resultados no se distorsionen.

14 En condiciones de crisis económica con niveles de inflación de casi el 100% anual, presenta grandes ventajas el indicar los requerimientos de inversión y los flujos de efectivo en términos de pesos constantes de un año base, y en especial del año en que se realiza el estudio. De esta forma no se pierde la conceptualización de las cantidades futuras al tratar de relacionarlas con el poder adquisitivo de la moneda en el año base, ni se requiere estimar el grado

de inflación que se podría registrar en el futuro. Además, el VPN calculado para una tasa de actualización del 0% consideraría en términos de pesos corrientes un interés igual al de la inflación durante el horizonte de planeación.

15 En el presente estudio se manejaron precios y flujos de efectivo a pesos constantes de 1981. Lo ideal hubiera sido el haber trabajado con pesos de 1984, sin embargo no se hizo debido a que la gran mayoría de la información estaba referida al primero de dichos años.

16 El grado de incertidumbre en los pronósticos disminuye en función del volumen de información disponible, v. gr. con un mayor número de estados financieros y de desagregación de conceptos se hubieran podido determinar con más precisión los ingresos y egresos unitarios de cada tipo de combustible y de servicios aeroportuarios. En general, el principal problema que enfrenta el planeador es la recavación de información; la gran mayoría de las estadísticas se procesan a nivel nacional y hay carencia de información económica y demográfica estatal para los últimos 25 años. Adicionalmente, se presenta el fenómeno de discrepancia en estadísticas, aunque provengan de la misma fuente.

**Referencias
y bibliografía**

Referencias

- ¹ Brian J. L. Berry and Frank E. Horton, "Geographic Perspectives on Urban Systems", Prentice Hall Inc., 1970.
- ² Richardson, "Regional Growth Theory", The McMillan Press LTD, 1974, pag. 6.
- ³ FOA Consultores S.C., "Planeación de la Red Nacional de Aeropuertos; Programa de Acciones 1982; ASA, 1981.
- ⁴ Aeroméxico, "Estudio de Uso Interno para el Pronóstico de la Demanda Aérea", Gerencia de Planeación.
- ⁵ Isard, W., "Métodos de Análisis Regional", The M.I.T. Press, 1960.
- ⁶ Gobierno del Estado de Sinaloa, "Síntesis Monográfica 1981".
- ⁷ Ashford, Norman, "Airport Engineering", John Wiley and Sons, 1979.
- ⁸ Bennetts, D., Hawkins, N.M., McGinity, P.D. O'Leary, M., and Ashford N., "The Design of The Passenger Processing System for Airport Terminals", Department of Transport Technology, The University of Technology, Loughborough, England, August 1974.
- ⁹ "Manual of Airport Master Planning", International Civil Aviation Organization, Montreal, 1969.
- ¹⁰ "Airport capacity Criteria Used in Long-Range Planning", FAA, Advisory Circular AC 150/5060-3A, December 24, 1969.
- ¹¹ "Airport Capacity Criteria Used in Preparing the National Airport Plan", FAA Advisory Circular AC 150/5060 - 1A, July 8, 1968.
- ¹² "Airport Capacity Handbook", 2nd. ed., prepared for the FAA by Airbone Instrument Laboratory, Report No. AD 690470, June 1969.
- ¹³ Bowen, E.G., and Pearcy, T., "Delays in the Flow of Air Traffic", Journal, Royal Aeronautical Society, Vol. 52, p. 251, 1948.
- ¹⁴ "Advisory Circular", FAA, AC 150/5360-7, October 5, 1976.
- ¹⁵ "Aviation Demand and Airport Facility Requirement Forecasts for Medium Airtransportation Hubs Through 1980", FAA, January 1969.
- ¹⁶ "Utility Airports, Air Access to National Transportación", FAA Advisory Circular AC 150/5300-4B, June 24, 1975.
- ¹⁷ "Airport Design Standars - Airport Served by Air Carriers - Taxiways", FAA Advisory Circular AC 150/5335 - 1A, October 4, 1973.
- ¹⁸ "Pautas para la Evaluación de Proyectos", ONU, Nueva York, 1972.
- ¹⁹ Baulm, S., "Airport Revenues and Expenses, in Airport Economic Planning", G.P. Howard (Ed.), MIT Press, Cambridge, MASS., 1974.
- ²⁰ FOA Consultores S.C., "Estudio a Nivel Factibilidad del Proyecto de Generación de Energía Eléctrica, Control de Avenida y Riego, Aguamilpa, Nayarit," Julio 1976.

Bibliografía

- El Colegio de México, "Dinámica de la Población en México", 1970.
- Victor Arquidi y José Morelos, "Crecimiento de la Población y Cambio Agrario", Colegio de México, 1979.
- Hockaday, Stephen L.M. and Kanafani, Adib K., "Developments in Airport Capacity Analysis," Transportation Research, Vol. 8, pp. 171-180.
- Hauer, E., Runway Capacity, 'Readings in Airport Planning, University of Toronto, Centre for Urban a Community Studies and Department of Civil Engineering, Toronto, 1972.
- Agtholtz, Paul T., Sheftel, David J., and Harris, Richard M., "Increasing Runway Capacity," Proceedings of the IEEF, Vol. 58, No. 3, March 1970.
- "Procedures for Determination of Airport Capacity", Prepared for the Federal Aviation Administration by Douglas Aircraft Company et. al., Draf of Final Report, May 1975.
- Horonjeff, Robert, "Planning and Design of Airports", 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1975.
- Harris, Richard M., "Models for Runway Capacity Analisis", Report No. FAA-EM-73-5, Mitre Corporation, McLean, Va., May 1974.
- FOA Consultores, "Planeación de la Red Nacional de Aeropuertos; Evaluación Financiera y Estrategia de Desarrollo", Julio 1982.
- Díaz Padilla J., López Toledo A. y Gamboa Medina A., "Análisis de Incertidumbre en Problemas de Ingeniería Civil", Colegio de Ingenieros Civiles de México.
- Jack R. Benjamín and C. Allin Cornell, "probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers", MacGraw-Hill Book Company, 1970.
- Robert L. Winkler and William L. Hays, "Statistics", Holt, Rinehart and Winston — 2 nd. Ed., 1975.
- Graybill, Franklin A., "An Introduction to Linear Statistical Models", Volume I, McGraw-Hill Book Company Inc., pp. 112, 1961.

Anexos

ANEXO A.1 ESTADISTICAS DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO, 1970-1982

Año	Deflactor 1984 = 1.000	PRODUCTO INTERNO BRUTO			%
		Nacional	Sinaloa		
		Pesos corrientes	Pesos 1984	Pesos Corrientes	
1970	31.475	444 271.4	13 983 442.3	10 884.3	2.60
1971	30.119	490 011.0	14 758 641.3		
1972	28.522	564 726.5	16 124 071.0		
1973	25.376	690 891.3	17 532 057.6		
1974	20.464	899 706.8	18 411 600.0		
1975	17.536	1 100 049.8	19 290 473.3	28 071.0	2.55
1976	14.408	1 370 968.3	19 752 911.3		
1977	12.358	1 849 262.7	22 853 188.4		
1978	9.235	2 347 453.7	21 678 734.9		
1979	7.684	2 767 000.0	21 261 628.0		
1980	5.970	4 276 490.0	25 530 645.3	103 239.1	2.41
1981	4.713	5 874 386.0	27 685 981.2		
1982	2.971	9 417 089.0	27 978 171.4		

Cifras en millones.

Fuente: La Economía Mexicana en Cifras, Nacional Financiera, 1981 y 1984.
Sistema de Cuentas Nacionales de México, 1970-1982, SPP.

ANEXO A.2 PRONOSTICO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE SINALOA, 1983-2000

Año	PRODUCTO INTERNO BRUTO		
	Pesos Corrientes (Millones)	Indice de Deflación	Pesos de 1984 (Millones)
1970 ¹	10 884.3	31.475	342 583.3
1971	12 083.8	30.119	363 952.0
1972	14 046.2	28.522	400 625.7
1973	17 332.0	25.376	439 816.8
1974	22 764.7	20.464	465 856.8
1975 ¹	28 071.0	17.536	492 253.1
1976	34 600.3	14.408	498 521.1
1977	46 155.3	12.358	570 387.2
1978 ²	57 034.3	9.235	526 712.1
1979 ²	75 145.5	7.684	577 418.3
1980 ¹	103 239.1	5.970	616 337.4
1981	140 985.3	4.713	664 463.7
1982	226 010.1	2.971	671 476.0
1983	475 878.7	1.451	690 500.
1984	716 750.0	1.000	716 750.
1985	1 013 642.6	0.733	743 000.
1990	3 542 510.1	0.247	875 000.
1995	12 441 000.0	0.0809	1 006 500.
2000	42 943 000.0	0.0265	1 138 000.

¹ Fuente: La Economía Mexicana en Cifras, 1981, 1984.

² Fuente: Síntesis Monográfica de Sinaloa, 1981.

ANEXO A.3 FACTORES DE COSTO DE LAS TARIAS AEREAS

Año	JET		PISTON		TURBOHELICE	
	F.F.	F.V.	F.F.	F.V.	F.F.	F.V.
1960	—	—	34.00	0.41	—	—
1961	—	—	34.00	0.41	—	—
1962	—	—	34.00	0.41	—	—
1963	37.40	0.45	34.00	0.41	—	—
1964	37.40	0.45	34.00	0.41	—	—
1965	37.40	0.45	34.00	0.41	—	—
1966	37.40	0.45	34.00	0.41	—	—
1967	42.50	0.51	34.00	0.41	—	—
1968	42.50	0.51	34.00	0.41	—	—
1969	50.00	0.60	50.00	0.50	34.00	0.41
1970	50.00	0.60	50.00	0.50	34.00	0.41
1971	50.00	0.60	50.00	0.50	34.00	0.41
1972	50.00	0.60	50.00	0.50	34.00	0.41
1973	50.00	0.60	50.00	0.50	34.00	0.41
1974	60.00	0.67	50.00	0.50	34.00	0.41
1975	66.00	0.74	75.00	0.55	37.40	0.45
1976	77.66	0.87	75.34	0.65	44.01	0.53
1977	91.08	1.02	75.90	0.76	51.61	0.62
1978	100.18	1.12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1979	119.32	1.31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1980	140.66	1.65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1981	179.00	2.15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1982	282.50	3.15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1983	588.63	5.82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1984	840.21	9.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

F.F. = Factor fijo; F.V. = Factor variable.
n.d.: Información no disponible.

ANEXO A.4 PRONOSTICO DE PASAJEROS DE LA AVIACION COMERCIAL, 1984-2000

Año	Total	AVIACION COMERCIAL	
		1er. Nivel	3er. Nivel
1970	62 160	62 160	*
1971	82 920	82 920	*
1972	110 380	110 380	*
1973	127 600	127 600	*
1974	160 050	160 050	*
1975	185 300	185 302	*
1976	231 240	231 240	*
1977	229 210	229 210	*
1978	242 814	193 679	49 135
1979	297 574	252 623	44 951
1980	340 608	297 925	42 683
1981	354 970	312 057	42 913
1982	313 855	271 839	42 016
1983	268 390	220 263	48 127
1984	292 050	243 250	48 800
1985	321 680	272 000	49 680
1990	451 960	399 000	52 960
1995	577 260	520 000	57 260
2000	737 430	675 000	62 430

* Incluidos con los del primer nivel.

**ANEXO A.5 PRONOSTICO DE OPERACIONES DE LA AVIACION
COMERCIAL CON FACTOR DE OCUPACION DESEADO**

Año	TOTAL		PRIMER NIVEL		TERCER NIVEL	
	Oper.	Pax./Op.	Operaciones	Pax./Oper.	Operaciones	Pax./Oper.
1978	19 171	12.67	3 511	55.16	15 660	3.14
1979	19 869	14.98	4 358	57.97	15 511	2.90
1980	21 391	15.92	6 025	49.45	15 366	2.78
1981	21 736	16.33	6 792	45.94	14 944	2.87
1982	19 117	16.42	6 608	41.14	12 509	3.36
1983	19 564	13.72	5 066	43.18	14 498	3.32
1984	19 800	14.75	5 300	46.23	14 500	3.36
1985	20 100	16.00	5 500	49.28	14 600	3.40
1990	20 850	21.68	6 200	64.54	14 650	3.62
1995	21 450	26.91	6 500	79.80	14 950	3.83
2000	22 900	32.20	7 300	92.00	15 600	4.00

Las variaciones en las cifras son debidas al redondeo.

**ANEXO A.6 PRONOSTICO TENDENCIAL DE OPERACIONES DE LA
AVIACION COMERCIAL**

Año	TOTAL		PRIMER NIVEL		TERCER NIVEL	
	Oper.	Pax./Op.	Operaciones	Pax./Oper.	Operaciones	Pax./Oper.
1978	19 171	12.67	3 511	55.16	15 660	3.14
1979	19 869	14.98	4 358	57.97	15 511	2.90
1980	21 391	15.92	6 025	49.45	15 366	2.78
1981	21 736	16.33	6 792	45.94	14 944	2.87
1982	19 117	16.42	6 608	41.14	12 509	3.36
1983	19 564	13.72	5 066	43.48	14 498	3.32
1984	16 900	17.32	4 250	57.20	12 650	3.86
1985	17 800	18.11	4 550	59.80	13 250	3.75
1990	20 450	22.10	5 500	73.00	14 950	3.54
1995	22 100	26.08	6 050	86.14	16 050	3.57
2000	24 500	30.07	6 800	99.32	17 700	3.53

$$Y = -1563.9496 + 0.79701 X; R = 0.942$$

donde Y es el promedio de pasajeros por operación comercial y X el año de pronóstico.

ANEXO A.7 PRONOSTICO DE OPERACIONES DE LA AVIACION GENERAL, 1984-2000

Año	TOTAL		NACIONAL		AVIACION GENERAL INTERNACIONAL		OFICIAL	
	Operaciones	Pax./Op.	Operaciones	Pax./Op.	Operaciones	Pax./Op.	Operaciones	Pax./Op.
1970	10 613	1.24	9 140	1.23	—	—	1 473	1.94
1971	13 838	1.27	12 288	1.19	—	—	1 550	1.94
1972	13 898	1.13	11 798	1.02	—	—	2 100	1.76
1973	11 579	1.37	8 498	1.08	—	—	3 081	2.17
1974	10 934	1.75	9 002	1.42	—	—	1 932	3.25
1975	12 355	1.59	8 932	1.36	467	1.54	2 956	2.29
1976	14 847	1.13	10 869	0.97	—	—	3 978	1.56
1977	15 011	1.75	12 510	1.58	—	—	2 501	2.56
1978	14 975	1.80	11 907	1.62	—	—	3 068	2.50
1979	20 364	1.68	16 971	1.50	—	—	3 393	2.60
1980	23 226	2.17	18 651	1.48	—	—	4 575	5.02
1981	25 139	2.30	10 454	1.81	7 235	1.25	7 450	4.00
1982	21 729	2.48	9 037	1.90	3 460	1.09	9 232	3.56
1983	19 770	2.30	8 043	1.80	4 060	1.09	7 667	3.47
1984	22 300	2.20	10 500	1.87	4 900	1.10	6 900	3.50
1985	27 000	2.16	15 100	1.93	5 300	1.10	6 600	3.54
1990	31 400	2.40	17 600	2.22	5 600	1.10	8 200	3.70
1995	35 200	2.62	20 200	2.52	5 900	1.10	9 100	3.86
2000	39 400	2.79	22 800	2.80	7 000	1.10	9 600	4.00

Aviación nacional: $Y = -115.5 + 0.0592 X$; $R = 0.82$

ANEXO A.8 FRECUENCIA DE PASAJEROS/HORA AVIACION COMERCIAL, 1980

RANGO Pax./Hora	LLEGADAS			SALIDAS			TOTAL		
	Frecuencia	%	% Acum.	Frecuencia	%	% Acum.	Frecuencia	%	% Acum.
- 50	3 258	69.85	69.85	3 101	68.58	68.58	3 115	55.88	55.88
51- 100	1 074	23.03	92.88	945	20.90	89.48	1 189	21.32	77.20
101- 150	264	5.66	98.54	380	8.40	97.88	638	11.44	88.64
151- 200	62	1.33	99.87	86	1.90	99.78	328	5.88	94.52
201- 250	4	0.09	99.96	10	0.22	100.00	188	3.37	97.89
251- 300	1	0.02	99.98				97	1.74	99.63
301- 350	-	-	-				17	0.30	99.93
351- 400	-	-	-				3	0.05	99.98
401- 450	-	-	-				-	-	-
451- 500	-	-	-				-	-	-
501- 550	-	-	-				-	-	-
551- 600	-	-	-				-	-	-
601- 650	1	0.02	100.00				-	-	-
651- 700							1	0.02	100.00
701- 750									
751- 800									
801- 850									
851- 900									
901- 950									
951-1 000									
1 001-1 050									
1 051-1 100									
1 101-1 150									
1 151-1 200									
1 201- -									
Total horas actividad	4 664			4 522			5 576		
Indice utilización ¹	53%			52%			64%		

¹ Índice utilización = Total horas de actividad/total horas-año.

Fuente: FOA Consultores, "Planeación de la Red Nacional de Aeropuertos", Anexo 1, 1981.

ANEXO A.9 FRECUENCIA DE OPERACIONES/HORA AVIACION COMERCIAL, 1980

Operaciones/ Hora	LLEGADAS			SALIDAS			TOTAL		
	Frecuencia	%	% Acum.	Frecuencia	%	% Acum.	Frecuencia	%	% Acum.
1	1 823	38.82	38.82	1 961	42.89	42.89	1 269	22.64	22.64
2	1 327	28.26	67.08	1 120	24.49	67.38	1 118	19.94	42.58
3	659	14.03	81.11	587	12.84	80.22	837	14.93	57.51
4	441	9.39	90.50	324	7.09	87.31	638	11.38	68.89
5	230	4.90	95.40	254	5.55	92.86	490	8.74	77.63
6	120	2.56	97.96	157	3.43	96.29	319	5.69	83.32
7	66	1.41	99.37	93	2.03	98.32	258	4.60	87.92
8	19	0.40	99.77	45	0.98	99.30	181	3.23	91.14
9	6	0.13	99.90	21	0.46	99.76	139	2.48	93.62
10	1	0.02	99.92	5	0.11	99.87	120	2.14	95.76
11	1	0.02	99.94	2	0.04	99.91	85	1.52	97.28
12	—	—	—	3	0.07	99.98	65	1.16	98.44
13	2	0.04	99.98	—	—	—	37	0.66	99.10
14	1	0.02	100.00	—	—	—	22	0.39	99.49
15				1	0.02	100.00	13	0.23	99.72
16							8	0.14	99.86
17							3	0.05	99.91
18							1	0.02	99.93
19							3	0.05	99.98
20 ó más							1	0.02	100.00
Total horas actividad	4 696			4 573			5 607		
Indice utilización ¹	54%			52%			64%		

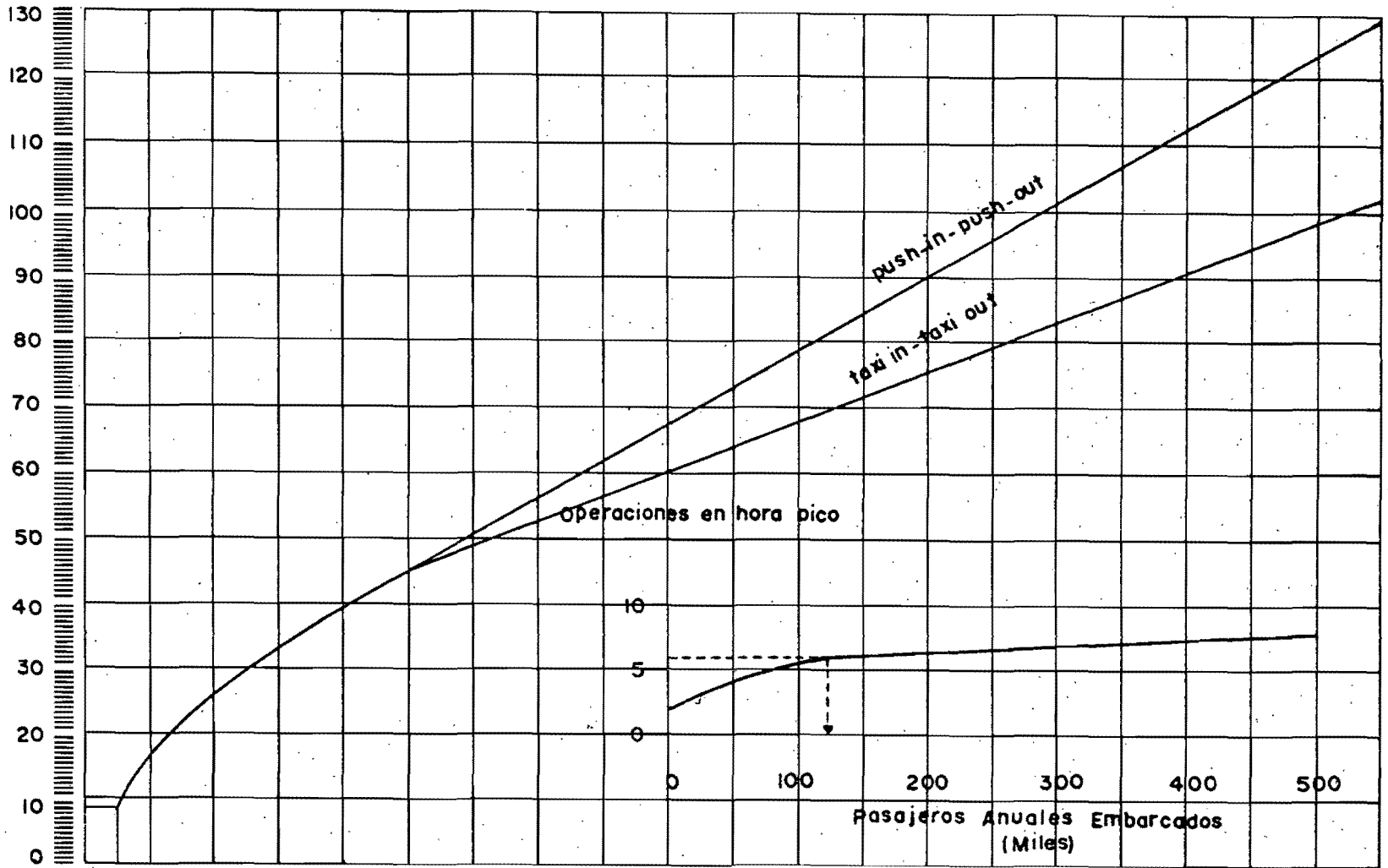
¹ Índice de Utilización = Total horas de actividad/total horas-año.
Fuente: FOA Consultores, op. cit.

ANEXO A.10 CONCENTRACION DE PASAJEROS Y OPERACIONES POR HORA, 1978-2000

Año	Concepto	100°/o	99°/o	NIVEL DE SERVICIO					75°/o
				95°/o	90°/o	85°/o	80°/o		
1978	Pasajeros	340	250	200	150	150	100	100	
	Operaciones	NC	14	11	9	7	6	5	
1980	Pasajeros	662	300	200	150	150	100	100	
	Operaciones	20	13	10	8	6	5	5	
1984	Pasajeros	600	250	200	150	150	100	100	
	Operaciones	18	12	9	7	5	5	5	
1985	Pasajeros	650	300	200	150	150	100	100	
	Operaciones	21	13	10	8	6	5	5	
1990	Pasajeros	900	400	300	200	200	150	150	
	Operaciones	24	16	12	10	7	6	6	
1995	Pasajeros	1 150	500	350	250	250	150	150	
	Operaciones	27	18	14	11	8	7	7	
2000	Pasajeros	1 450	650	450	350	350	200	200	
	Operaciones	31	20	15	12	9	8	8	

El número de pasajeros se redondeó a múltiplos de 50.

Operaciones en hora pico



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

FUENTE: FAA PLANNING AND DESIGN CONSIDERATION, FOR AIRPORT TERMINAL BUILDING DEVELOPMENT. AC 150/5360-7, OCTUBRE 5 DE 1976.

Pasajeros Anuales Embarcados (Millones)