



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica
y Geodésica

PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE
DESARROLLO PARA EL
AEROPUERTO DE REYNOSA

TESIS

Que para obtener el título de
INGENIERO CIVIL

presenta

JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO



México, D. F.

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 140/00

Señor
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO
Presente

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

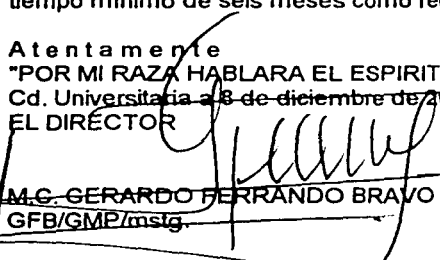
"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. PRONÓSTICO DE TRÁFICO
- IV. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA
- V. PROGRAMA DE DESARROLLO
- VI. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 8 de diciembre de 2000.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Dedicatorias

Dedico este trabajo con mucho cariño y afecto a las personas más importantes de mi vida:

A mi Padre Celestino Elizalde

La persona a quien más admiro y respeto, por transmitirme sus ideales y fortaleza para salir adelante buscando siempre el éxito; y por representar para él, éste trabajo un logro más en nuestras vidas.

A mi Madre Martina Tadeo

Por estar conmigo siempre en los momentos más difíciles de mi vida, aunque tu no los hayas percibido, pero ahí has estado; por cuidarme y quererme desde pequeño hasta hoy que comienzo nuevas etapas y logros que siempre compartirás conmigo.

A mis Hermanas Patricia y Rosaura

A Patricia por su nobleza y sencillez que la caracteriza; por escucharme y brindarme sus buenos consejos. Te dedico este trabajo deseándote que pronto alcances y realices tus metas que te has propuesto.

A Rosaura por ser especial al ser mi hermana la más pequeña, y por no haber logrado ser el ejemplo que esperaba ser para ti. Te dedico este trabajo esperando que éste sí lo sea y encuentres en él logros y satisfacciones también para ti.

A mis Hermanos Carlos y Armando

A Carlos por ser mi hermano mayor, y por compartir conmigo el mundo de la arquitectura. Te dedico este trabajo deseándote prosperidad y logros personales a ti y tu familia.

A Armando por convivir y compartir su niñez conmigo. Te dedico este trabajo a ti y tu familia, felicitándolos por la increíble satisfacción de ser padres.

A mi novia Andrea Ceraantes Altamirano

Por creer en mis sueños y metas, por compartir momentos de alegría y tristeza a mi lado. A ti en especial te dedico este trabajo, por el cual te preocupaste, y por apoyarme día con día incrementando en mí la energía suficiente para terminar y llegar a este momento. Te amo flaquita bonita!!

Agradecimientos

A Dios

Gracias por darme la oportunidad de llegar a este momento tan esperado en mi vida que llena de orgullo y satisfacción a mí y a los seres que me aprecian y estiman.

Al Ing. Luis Zarate Rocha

Por brindarme su fina atención y darme la oportunidad de desarrollar este tema de tesis.

Al Ing. José Francisco Chazarra

Por brindarme su valioso tiempo para coordinar, supervisar y asesorar este trabajo.

Al Ing. Federico Donali Ramos

Por sus excelentes comentarios y correcciones para este trabajo y por dedicar parte de su tiempo y espacio para atenderme.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por darme la oportunidad de haber estudiado en la máxima casa de estudio del país, y por brindarme una formación con visión exitosa y emprendedora para mi bienestar.

A la Facultad de Ingeniería

Por hacer de mí un individuo con criterio para ejercer el extenso campo de la ingeniería civil, y por ofrecerme una formación académica de alto nivel para desempeñarme en el campo laboral, y sentirme orgulloso de pertenecer a la generación 1996 de ingenieros civiles de la facultad de ingeniería.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
I. ANTECEDENTES.	
I.1 Historia del aeropuerto y situación actual.....	1
I.2 Zona de influencia física y económica.....	3
I.3 Evaluación de la infraestructura aeroportuaria.....	5
II. PRONOSTICO DEL TRAFICO.	
II.1 Evaluación del mercado atendido y potenciales de crecimiento.....	9
II.2 Horizontes de proyección y variables macroeconómicas.....	14
II.3 Estadísticas de tráfico.....	18
II.4 Pronostico de pasajeros.....	22
II.5 Pronostico de carga.....	26
III. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA.	
III.1 Normas y parámetros de diseño.....	28
III.2 Determinación de la capacidad actual de cada elemento.....	30
III.3 Detección de las necesidades de ampliación de la infraestructura aeroportuaria.....	39
IV. PROGRAMA DE DESARROLLO.	
IV.1 Campo aéreo.	
a) Propuesta de ampliación de pistas, rodajes, y plataformas.....	50
b) Mecánica de suelos y pavimentos.....	55
c) Impacto ambiental.....	64
IV.2 Zona terminal.	
a) Propuesta de ampliación de edificios terminales, zonas de acceso, estacionamiento e instalaciones de apoyo.....	69
b) Aspectos constructivos.....	71
c) Impacto ambiental.....	75
V. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA.	
V.1 Programa de inversiones requeridas.....	77
V.2 Estimación de los beneficios y corrida financiera.....	84
V.3 Resultados.....	95
CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO	104

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El transporte por vía aérea ha registrado un notable incremento en la demanda, requiriendo de estudios encaminados a proponer el desarrollo de las instalaciones aeroportuarias que garanticen la adecuada eficiencia en la prestación del servicio a usuarios y operadores.

Esto ha ocasionado durante los últimos años, un notable incremento en los volúmenes de la demanda aérea, y consecuentemente congestión en varios elementos de la zona aeronáutica y de la zona terrestre, las cuales se han visto sujetas a operar al límite de su capacidad y muy frecuentemente, más allá de ésta.

El 10 de junio de 1965, bajo la administración del Presidente Gustavo Díaz Ordaz fue creado el organismo público descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares ASA, debido a las crecientes necesidades del país en materia aeroportuaria. Las principales funciones de ASA quedaron establecidas de la siguiente forma:

- Administrar, operar y conservar los aeropuertos, sus pistas, plataformas, edificios y servicios complementarios, auxiliares y especiales, tanto en aquellos aeropuertos que formen parte de su patrimonio inicial, como de los que se requieran para la operación de las nuevas rutas que autorice la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Proporcionar y administrar los servicios auxiliares de radionavegación, meteorología, suministro de combustible y transporte de pasajeros entre los aeropuertos y las zonas urbanas.
- Organizar y usufructuar los servicios complementarios, auxiliares y especiales que se presten en los locales y en las zonas anexas a los aeropuertos, percibiendo el importe de los arrendamientos respectivos.

México ha mantenido un crecimiento económico sostenido durante los últimos 15 años, tendencia que se vio interrumpida por la crisis económica que se presentó a finales de 1994. Después de una rápida recuperación, la tendencia de expansión económica ha continuado en 1996, 1997, 1998 y 1999, observándose tasas anuales de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de 5.2%, 7.3%, 4.8% y 3.2%, respectivamente. Durante los últimos 5 años, la industria manufacturera del país se expandió en un 31.3%, siendo la industria maquiladora de exportación uno de los sectores de mayor crecimiento.

ASA ha operado la Red Aeroportuaria y por lo tanto ha tenido un papel significativo en el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria. Al inicio del Proceso de Apertura a la Inversión Privada en el Sistema Aeroportuario Nacional, ASA operaba los 58 principales aeropuertos del país. Después de la integración de 35 aeropuertos en 4 grupos, ASA continuará operando los aeropuertos restantes y los adicionales que le sean asignados, hasta en tanto éstos no sean otorgados en concesión.

La centralización de funciones para ASA ha provocado una limitada autonomía de gestión a nivel de cada aeropuerto, debido a que es un organismo bajo los controles propios de una empresa paraestatal y esta sujeta a las decisiones y estrategias del Gobierno Federal y no a una vocación empresarial. Ello ha propiciado que la asignación de recursos obedezca a las prioridades determinadas por el presupuesto del Gobierno Federal, en lugar de seguir criterios de eficiencia y/o rentabilidad.

Justificación

Para asegurar el desarrollo futuro de la infraestructura de comunicaciones y transportes en el país, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, dio inicio en 1990 a la promoción de la participación de la inversión privada en este sector.

En diciembre de 1995, se introdujo un nuevo marco regulatorio claro y eficaz para la operación y desarrollo del sector aeroportuario. La estrategia de Apertura a la Inversión consiste en la conformación de Aeropuertos, así como de un proceso de apertura a la inversión que consiste en la enajenación de acciones representativas del capital social de las Sociedades Controladoras de cada grupo Aeroportuario en las siguientes etapas:

- Selección de un Socio Estratégico con 15% mediante licitación pública.
- Al público inversionista mediante una o más Ofertas Públicas de Acciones APA a través de los mercados de valores nacional e internacionales.

La integración de los 35 aeropuertos en 4 grupos aeroportuarios regionales quedó de la siguiente forma:

- Grupo Ciudad de México, conformado por 1 aeropuerto.
- Grupo Sureste, conformado por 9 aeropuertos.
- Grupo Pacífico, conformado por 12 aeropuertos.
- **Grupo Centro Norte, conformado por 13 aeropuertos**

Se establece que a partir de la participación accionaria del Socio Estratégico en la Sociedad Controladora, el Grupo Aeroportuario gozará de una completa autonomía de gestión y las quince sociedades mercantiles que lo integran dejarán de considerarse empresas paraestatales. El Socio Estratégico tiene dentro de sus principales responsabilidades y obligaciones:

- Participar en la promoción y desarrollo, bajo el concepto de aeropuertos modernos, de las áreas operativas, financieras, comerciales y de mercadotecnia.
- Transferir tecnología a la Sociedad Controladora y a las Sociedades Concesionarias, así como capacitar a u personal.
- **Participar en la revisión y actualización del Programa Maestro de Desarrollo de cada aeropuerto.**

Para aspectos técnicos específicos o particulares de la operación aeroportuaria, el Reglamento se remite a las Reglas de Operación Aeroportuaria y a Normas Oficiales Mexicanas.

Cabe destacar que el ordenamiento que aplica en materia ambiental es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, la cual establece las bases para el ordenamiento ecológico, restauración, preservación y mejoramiento del ambiente; el aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelos.

La construcción de cualquier obra de infraestructura aeroportuaria que involucre acción directa sobre el ambiente en general (suelos, bosques, cuerpos de agua, etc.) requiere de una autorización del Instituto Nacional de Ecología INE, previa presentación de un estudio de impacto ambiental.

El Grupo Aeroportuario Centro Norte

El 28 de mayo de 1998, el Gobierno Federal constituyó la sociedad contenedora de acciones denominada Grupo Aeroportuario Centro Norte, S.A. de C.V. GACN, como empresa de participación estatal mayoritaria, propiedad de los títulos representativos del capital social de las Sociedades Concesionarias de dicho grupo aeroportuario. El grupo administra y opera 13 aeropuertos localizados en 9 estados de la República Mexicana:

- 1) Acapulco ACA, en el estado de Guerrero.
- 2) Chihuahua CUU en el estado de Chihuahua.
- 3) Ciudad Juárez CJS en el estado de Chihuahua.
- 4) Culiacán CUL en el estado de Sinaloa.
- 5) Durango DGO en el estado de Durango.
- 6) Mazatlán MZT en el estado de Sinaloa.
- 7) Monterrey MTY en el estado de Nuevo León.
- 8) **Reynosa REX en el estado de Tamaulipas.**
- 9) San Luis Potosí SLP en el estado de San Luis Potosí.
- 10) Tampico TAM en el estado de Tamaulipas.
- 11) Torreón TRC en el estado de Coahuila.
- 12) Zacatecas ZCL en el estado de Zacatecas.
- 13) Zihuatanejo ZIH en el estado de Guerrero.



- o Acapulco (ACA)
- o Chihuahua (CUU)
- o Ciudad Juárez (CJS)
- o Culiacán (CUL)
- o Durango (DGO)
- o Mazatlán (MZT)
- o Monterrey (MTY)
- o Reynosa (REX)
- o San Luis Potosí (SLP)
- o Tampico (TAM)
- o Torreón (TRC)
- o Zacatecas (ZCL)
- o Zihuatanejo (ZIH)

La región presenta las siguientes características relevantes:

- Extensión territorial de 925,000 kilómetros cuadrados, equivalente al 47.1% del territorio nacional.
- La población de la región es de aproximadamente 22 millones de habitantes, equivalente al 24.4% de la población del país.
- La región contribuyó con el 24.3% del PIB nacional en 1998.

Grupo Centro Norte comenzó a operar como un entidad jurídica independiente a partir del 1 de noviembre de 1998. El 17 de Mayo de 2000 el Socio Estratégico llamado "Operadora Mexicana de Aeropuertos" OMA entregó la oferta y el 19 de Septiembre del mismo año OMA empezó a operar de manera oficial al Grupo Aeroportuario Centro Norte.

Las Sociedades Concesionarias del Grupo Centro Norte están facultadas para prestar, por si o por conducto de terceros, todos los servicios aeroportuarios, complementarios y comerciales que señalan la Ley y su Reglamento. Los servicios de seguridad son prestados por terceros subcontratados por las Sociedades Concesionarias, quienes trabajan en coordinación con las diferentes autoridades o dependencias públicas encargadas de la seguridad dentro y fuera del recinto aeroportuario.

¿Por una propuesta de plan maestro de desarrollo para el aeropuerto de Reynosa?

Como ya se mencionó, la región del Grupo Aeroportuario Centro Norte tiene potenciales de desarrollo que el gobierno federal ha optado por no explotar y dejarlos en manos de la iniciativa priva, a causa de las nuevas tendencias y modelos económicos que esta adoptando la administración pública.

La ciudad de Reynosa no destaca por ser una zona turística, como Acapulco, Mazatlán o Zihuatanejo, por ejemplo; ni una ciudad industrial tal como Monterrey, Tampico o Durango. Sin embargo, tiene la ventaja de ser una de las ciudades maquiladoras más importantes de la republica mexicana.

El aeropuerto de Reynosa tiene 28 años de trayectoria desde que comenzó a operar; por lo cual tiene historia y transcendencia en la región, en el estado y en el país. Sin embargo, por ser uno de los aeropuertos con bajos ingresos aeronáuticos y no aeronáuticos, debido a una mala distribución de la explotación comercial, siempre ha estado limitado en presupuesto para el desarrollo de la infraestructura. A pesar de la remodelación que le fue hecha en los años ochentas, el aeropuerto sufre de limitaciones a causa del diseño en su infraestructura aeronáutica y terrestre; además de los efectos que se han ocasionado durante los últimos años en la mayoría de los aeropuertos, por un notable incremento en los volúmenes de la demanda aérea y consecuentemente, congestionamientos en varios elementos de las zonas aeronáutica y terrestre, las cuales se han visto sujetos a operar al límite de su capacidad y muy frecuentemente, más allá de ésta.

Objetivos

Los objetivos fundamentales de este trabajo son:

- ◆ **Conservar, modernizar y ampliar la infraestructura del aeropuerto de Reynosa, con el propósito de apoyar un crecimiento económico sustentable.**
- ◆ **Elevar los niveles de servicio, eficiencia y calidad de las estructuras y sistemas básicos para la operación y administración del aeropuerto.**
- ◆ **Fomentar el desarrollo de la industria aérea y aeroportuaria a nivel regional y lograr que un número mayor de mexicanos cuente con más alternativas de transporte.**

a través de una propuesta de plan maestro de desarrollo, que prepare al aeropuerto de Reynosa para un futuro crecimiento y desarrollo en la región, debido al continuo incremento de la participación que cada día presenta el transporte aéreo en la economía regional y nacional.

A su vez, el desarrollo de esta propuesta de plan maestro de desarrollo para el aeropuerto de Reynosa debe cumplir con las siguientes objetivos particulares.

- **Estudiar un panorama general tanto de la ciudad como del aeropuerto de Reynosa, en donde se mencionen las características físicas tales como ubicación geográfica, clima, topografía, geología, vegetación, etc; y antecedentes históricos importantes.**
Ubicar al aeropuerto con su zona de influencia con los municipios conurbados, al mismo tiempo de especificar las principales modalidades de transporte que existen para llegar a la ciudad y al aeropuerto, y destacar las rutas de origen-destino que el aeropuerto opera para satisfacer la demanda de la región.
Evaluar la infraestructura de manera general con la cual el aeropuerto esta operando en la actualidad: zona aeronáutica (pistas, calles de rodaje y plataformas o estacionamientos), zona terrestre (edificios y hangares), servicios de apoyo (torre de control, cuerpo de rescate y extinción de incendios CREI, servicio de combustible, ayudas visuales, radio ayudas, subestaciones, plantas de tratamiento, etc.), y la red vial general (caminos de acceso y estacionamientos).
- **Evaluar el mercado atendido a través de los aspectos demográficos, socioeconómicos y geográficos que presenta la región, e identificar los potenciales de crecimiento que no han sido explotados para el desarrollo del aeropuerto, es fundamental para el desarrollo de este trabajo.**
Proyectar un horizonte de planeación bajo los esquemas de pronósticos a corto, mediano y largo plazo, que las metodologías proponen, para desarrollar el plan maestro.
Establecer una correlación entre las estadísticas de las distintas fuentes que se utilizarán, describiendo los puntos más críticos en los periodos de las curvas estadísticas, a través de tasas medias de crecimiento anual tanto para pasajeros, operaciones y carga.
Pronosticar los crecimientos de las curvas estadísticas, a través de metodologías propuestas en este trabajo, correlacionarlos con pronósticos estimados por fuentes externas y tomar la decisión de los pronósticos que serán utilizados para estimar los pasajeros y operaciones anuales; describiendo los puntos críticos que se esperan presentar a lo largo del horizonte de planeación.

Estimar volúmenes extraordinarios para el movimiento de carga, respecto a los de las estadísticas, con el fin de desarrollar un centro distribuidor de carga como un potencial de crecimiento para el aeropuerto.

- ◆ Especificar y mencionar algunas normas y parámetros de diseño, que obedezcan a niveles de servicio adecuados y operacionales para las distintas estructuras del aeropuerto.

Determinar la capacidad actual de los elementos, tanto de la zona aeronáutica como de la zona terrestre, obteniendo parámetros de diseño teóricos con los cuales esta operando el aeropuerto.

Estimar las operaciones horarias y pasajeros por hora a través de estadísticas y pronósticos de demanda estimados, y comparar los parámetros teóricos de diseño con los adoptados por las normas y parámetros de diseño para niveles de servicio óptimos, determinando las necesidades de ampliación durante el horizonte de planeación de cada elemento de la zona aeronáutica y terminal del aeropuerto.

Además de determinar la capacidad requerida y necesidades de ampliación para desarrollar la infraestructura tanto de la zona aeronáutica como de la zona terrestre del centro distribuidor de carga.

- ◆ Desarrollar una serie de propuestas y estrategias de ampliación y construcción en etapas de desarrollo durante el horizonte de planeación, para aquellas estructuras de la zona aeronáutica que requieran ampliar su capacidad o de una construcción nueva, en el caso del centro distribuidor de carga.

Aplicar metodologías específicas de mecánica de suelos para estimar los espesores de las estructuras de los pavimentos en pistas, calles de rodaje y plataformas de la zona aeronáutica que hayan requerido de ampliación o construcción.

Evaluar el impacto ambiental que ocasionaran, tanto en la construcción como en la operación, las estructuras a ampliar o a construir en la zona aeronáutica; y al mismo tiempo proponiendo la mitigación de dichos impactos a través de normas oficiales de impactos ambientales.

Desarrollar propuestas y estrategias de ampliación y construcción en etapas de desarrollo, para las estructuras de zona terminal del aeropuerto como del centro distribuidor de carga, durante el horizonte de planeación.

Elaborar un conjunto de recomendaciones que consideren los aspectos constructivos de las estructuras para el edificio de pasajeros y del centro distribuidor de carga, por ejemplo: tipo de construcción para el edificio de pasajeros, almacenes para bodegas y edificio de administración para carga.

Evaluar y mitigar los impactos ambientales que ocasionaran las ampliaciones y construcciones durante la construcción, y después en la operación, las edificaciones de la zona terminal.

- ◆ Elaborar un programa de inversiones requeridas para las ampliaciones y construcciones del aeropuerto y del centro distribuidor de carga, ya estudiadas y analizadas, a través de una serie de presupuestos y programas de obra para las etapas de desarrollo en que se realizaran dichas ampliaciones y construcciones. Debido a que este trabajo no tiene la finalidad de ser un proyecto ejecutivo, los presupuestos y programas de obra serán estimados en el caso de la zona aeronáutica con volúmenes de obra estimados con las superficies y los espesores de las estructuras de los pavimentos requeridos; y para el

edificio de pasajeros se estimaran con ayuda de un catalogo general y con una estimación por metro cuadrado de construcción de acuerdo al tipo de edificación; ambas estimaciones estarán apoyadas con precios unitarios de bases de datos actualizadas para este año.

Realizar una corrida financiera de acuerdo a los ingresos aeronáuticos y no aeronáuticos estimados; desarrollando en estos últimos una nueva distribución para la explotación comercial; y por las erogaciones para la operación y administración de la zona aeronáutica y terrestre del aeropuerto y del centro distribuidor de carga; y realizar un análisis de rentabilidad y de beneficios a través de un flujo de efectivo en valor presente neto con precios constantes para este año.

Para finalizar esta propuesta de plan maestro de desarrollo para el aeropuerto de Reynosa se debe hacer una evaluación de los resultados del análisis de rentabilidad y beneficios de la corrida financiera estimada, concluyendo la factibilidad y rentabilidad para desarrollar las ampliaciones y construcciones que requiere el aeropuerto y el centro distribuidor de carga en las distintas etapas de desarrollo del horizonte de planeación, especificando el Valor Presente Neto, el periodo de recuperación del capital y la Tasa Interna de Retorno de cada elemento evaluado.

Alcances y Limitaciones

Como su nombre lo dice, este trabajo es una "propuesta" de plan maestro de desarrollo, por lo cual estará limitado a información estadística del año 1999 con fuente de Aeropuertos y Servicios Auxiliares ASA y de 1995 con fuente del Sistema Estadístico Aeroportuario SEA.

Por otra parte, este trabajo no pretende ser un proyecto ejecutivo, lo que ocasiona que el desarrollo este basado en estimaciones; estas a su vez en estadísticas, pronósticos, volúmenes de obra cuantificados con las superficies y espesores estimados para las estructuras de los pavimentos; a su vez presupuestos y programas de obra supuestos por estos últimos y por costos por metro cuadrado de construcción de acuerdo al tipo de edificación; debido a la escasa información, estudios, evaluaciones y análisis que se le han hecho al aeropuerto. Así que para aplicar esta propuesta de plan maestro de desarrollo para el aeropuerto de Reynosa, debe reconstruirse y analizar profundamente de cada capítulo y subcapítulo con fuentes mas verídicas y estimaciones con una incertidumbre menor.

Sin embargo, y a pesar de lo anterior, este trabajo se acerca a un plan maestro de desarrollo, ya que la mayoría de los objetivos a desarrollar estudian, analizan y evalúan la infraestructura del aeropuerto con su entorno como lo son los aspectos demográficos, socioeconómicos, geográficos y potenciales de crecimiento que presenta la región.

Además de ser una "propuesta" de plan maestro de desarrollo para un aeropuerto, es útil por el contenido y desarrollo de los capítulos como consulta para estudiantes de ingeniería civil que cursan materias del área de sistemas de transporte, ya que encontraran metodologías propuestas en este trabajo para estimar pronósticos de crecimiento, metodologías tradicionales para calcular espesores de las estructuras de pavimentos, y así como un desarrollo completo para la evaluación financiera para el proyecto de ampliación o construcción de un elemento de un aeropuerto.

CAPITULO I ANTECEDENTES.

I.1 Historia del aeropuerto y situación actual.

Reynosa es una de las ciudades más importantes del estado de Tamaulipas; ubicada justo al sur del río Bravo; localizada a los $26^{\circ}14'$ de latitud norte y a los $98^{\circ}35'$ de longitud oeste; a una altura de 38 m sobre el nivel del mar; y representa el 4.34% (3,156.34 km²) de la superficie del estado. Los efectos de polarización de éste municipio han conocido un proceso acumulativo tradicional asentado fundamentalmente en las localidades de Reynosa, Alfredo V. Bonfil, Los Cavazos, Martín Rocha, El Guerreño, Reynosa Díaz, Los Altos, Loma los Gringos, Loma Torrecillas y Loma el Marfil. Este núcleo de localidades que integran la ciudad de Reynosa, colinda en su periferia al norte con el municipio de Gustavo Díaz Ordaz y Estados Unidos de América; al este con Estados Unidos de América y el municipio de Río Bravo; al sur con el municipio de Méndez y el estado de Nuevo León; al oeste con el estado de Nuevo León y el Municipio de Gustavo Díaz Ordaz. La ciudad cuenta con una población de aproximadamente 376,000 habitantes, aunque debe destacarse que en los últimos años ha crecido significativamente¹.



Fig.1.1.- Mapa de la República Mexicana

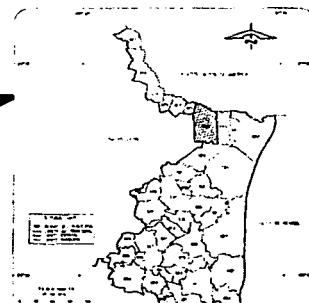


Fig.1.2.- Mapa del Estado de Tamaulipas

¹ Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI) " Cuaderno Estadístico Municipal, Reynosa Estado de Tamaulipas ", Edición 1998.

Clima

El municipio de Reynosa se caracteriza por tener un clima seco muy cálido, con temperaturas medias anuales de 21 a 24.7°C y precipitaciones de 306.8 mm (año más seco) a 1008.1 mm (año más lluvioso). En la parte sur y oriente el clima es semiseco muy cálido y cálido, con temperaturas medias entre 21 y 23.7°C y precipitaciones con un rango de 350 mm a 1000 mm.

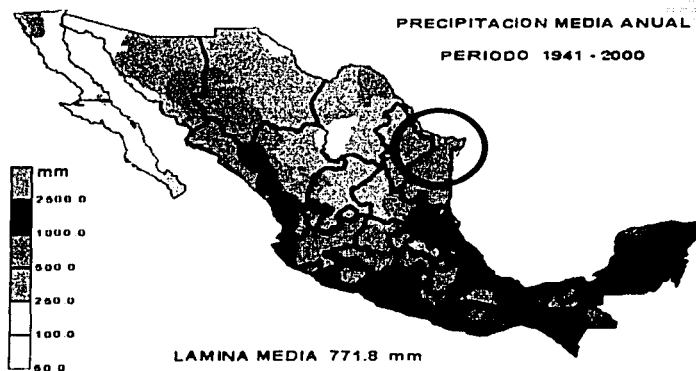


Fig. 1.3.- Mapa de Precipitaciones Medias Anuales

Al poniente el clima es semicálido-subhúmedo con lluvias escasas todo el año, las temperaturas medias son de 20 y 22°C².

El aeropuerto

El aeropuerto internacional de tipo fronterizo de la ciudad de Reynosa que por nombre lleva "Gral. Lucio Blanco" ofrece el servicio de transporte aéreo comercial desde enero de 1964, operando desde entonces las aeronaves B-727 en un campo aéreo ubicado al sur oriente y próximo a la ciudad, con instalaciones elementales.

El consejo internacional la Organización de Aviación Civil Internacional OACI ha establecido el criterio de clasificar los aeropuertos según las misiones que se les encomiendan, ya que las demás características de carga, longitudes de pistas y condiciones a cumplir por sus diferentes elementos, son función de las referidas misiones.

Así para aeropuertos internacionales => aquellos que admiten aeronaves de 60 toneladas³.

Características físicas del lugar donde se ubica el aeropuerto

El aeropuerto se ubica en las coordenadas geográficas: 26° 00' de latitud norte y 98° 13' de longitud oeste; su elevación es de 39 m sobre el nivel del mar.

Las temperaturas máximas registradas son de 37°C, las mínimas de 9.4°C y la de referencia de 37°C. El aeropuerto no presenta frecuentemente problemas climatológicos que ocasionen el cierre temporal de operaciones en forma continua.

² Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) " Cuaderno Estadístico Municipal, Reynosa Estado de Tamaulipas ", Edición 1998.

³ López Pedraza Alamera, Francisco. " Aeropuertos ". Madrid 1957.

Las instalaciones aeroportuarias ocupan una superficie de 419 ha, teniendo una topografía con pendientes que van de 0 a 2%, la composición geológica se caracteriza por rocas sedimentarias; siendo matorral y terrenos de agricultura el tipo de vegetación predominante⁴.

I.2 Zona de influencia física y económica.

El área de influencia del aeropuerto es el conjunto de localidades en las cuales se genera la mayoría de los usuarios.

Teóricamente, esta área permite delimitar las variables de generación, mediante la correlación de aspectos demográficos, turísticos, económicos y de transporte; utilizados en los distintos modelos matemáticos que pronostican la demanda.

El aeropuerto sirve fundamentalmente a la zona de Reynosa y a sus seis municipios conurbados; se ubica a 15 kilómetros de la ciudad de Reynosa, siendo su vía de acceso la carretera 2 hasta el kilómetro 83. A un kilómetro del aeropuerto se encuentra el puente internacional fronterizo Reynosa- Pharr que conecta a México con Estados Unidos. Los aeropuertos de Matamoros, McAllen y Harlington (estos dos últimos en Texas, Estados Unidos) se encuentran también en la región, lo cual permite un constante intercambio económico y cultural entre ambas ciudades.

Infraestructura del transporte

Reynosa cuenta con la infraestructura básica de transporte para desarrollar las actividades de una ciudad industrial y maquiladora. Esta infraestructura se encuentran dentro del Sector Comunicaciones y Transportes para la comunicación por vía terrestre y por vía aérea.

De esta manera Reynosa tiene como influencia de vías terrestres los siguientes ejes carreteros:

- Eje Carretero 2.- México- Nuevo Laredo, con ramales a Piedras Negras
- Eje Carretero 6.- Mazatlán - Matamoros
- Eje Carretero 9.- Veracruz – Monterrey, con ramal a Matamoros

Para llegar a la ciudad se continua por carreteras de mas de dos carriles, carreteras de dos carriles y caminos de terracerías.

La Compañía Transporte Ferroviario Mexicano TFM forma parte de la ruta del ferrocarril del Noreste dando servicio principalmente a las ciudades de Monterrey, Nuevo Laredo y Matamoros, pasando por la ciudad de Reynosa para llegar a estas ultimas dos ciudades.

⁴ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

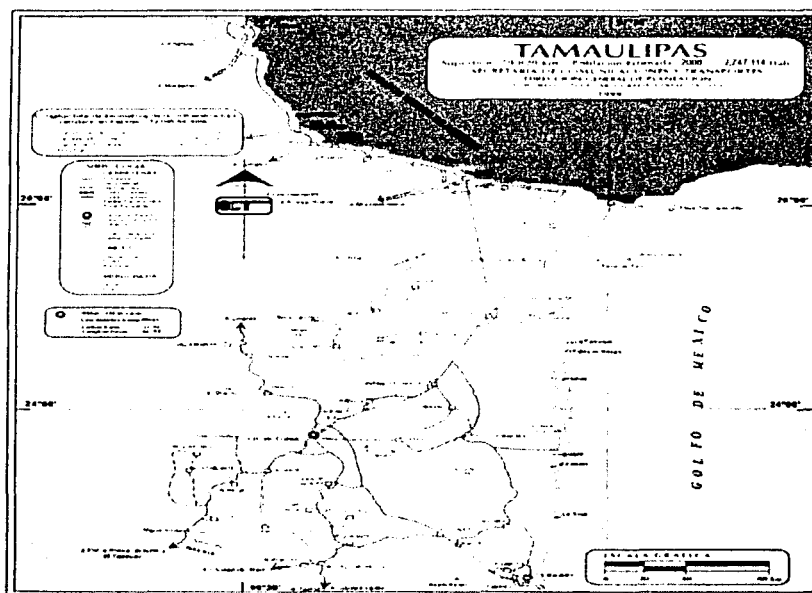


Fig. 1.4.- Mapa del sistema carretero en el estado de Tamaulipas

Para su comunicación por vía aérea, Reynosa cuenta con un puerto aéreo de tipo fronterizo, el cual pertenece al Grupo Aeroportuario Centro Norte, donde destacan con respecto a la zona los aeropuertos de las siguientes ciudades: Chihuahua, Ciudad Juárez, Durango, Monterrey, San Luis Potosí, Tampico, Torreón y Zacatecas.

Es importante mencionar que el tipo de pasajero predominante en el aeropuerto de Reynosa es de negocios, con poco equipaje, generalmente un portafolios y portatrajes⁵.

Rutas de Origen-Destino

La ciudad de Reynosa se enlaza principalmente con las ciudades de Aguascalientes, Culiacán, Matamoros, México y Tijuana, siendo México la capital de la república mexicana y la cual capta más del 90% del volumen de los pasajeros. Se observa que las rutas del origen-destino del aeropuerto se encuentran limitadas, ofreciendo los servicios principalmente las aerolíneas: Aeroméxico, Aerolíneas Internacionales, Aerovías de México y Aerolitoral⁶.

⁵ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

⁶ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.



Fig. 1.5.- Mapa de Rutas Origen-Destinos del Aeropuerto de Reynosa

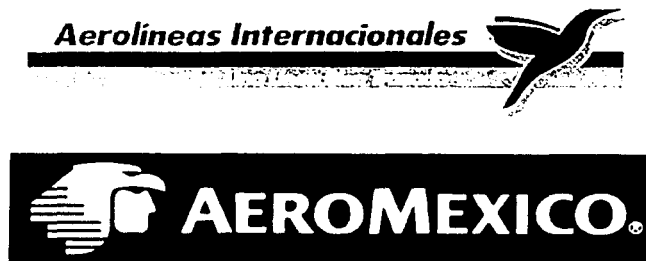


Fig. 1.6.- Logotipos y Leyendas de las aerolíneas que operan el aeropuerto de Reynosa

1.3 Evaluación de la infraestructura aeroportuaria.

Estado Actual del Aeropuerto

Instalaciones actuales

Con el fin de presentar en forma ordenada las instalaciones con que cuenta el aeropuerto, estas se han agrupado –para su análisis– en cuatro grandes zonas⁷:

- Zona Aeronáutica
- Zona Terrestre
- Servicios de Apoyo
- Red Vial General

⁷ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

◆ Zona Aeronáutica

Es la zona destinada a las operaciones de aterrizaje, despegue, carreteo y estacionamiento de las aeronaves. esta constituida por los siguientes elementos:

- Pistas:
Única pista con designación 13-31 de 1,900 x 45m.
- Calles de Rodaje:
Rodaje B (Bravo) de 170 x 23 m.
Rodaje A (Alfa) de 230 x 23 m
- Plataforma de aviación comercial
Superficie de 14,400 m² y 3 hidrantes para suministro de combustible. El número de posiciones son 3.



- Plataforma de aviación general
Tiene una superficie de 12,000 m². El número de posiciones y hangares para la aviación general son de 15 y 3, respectivamente.

◆ Zona Terminal

En la zona terrestre se efectúa el cambio de modalidad de transporte terrestre a aéreo y viceversa, en ésta los pasajeros realizan los trámites básicos de documentación y espera para el embarque de aeronaves.

○ Edificio de Pasajeros

Edificio de 1,140 m², de una sola planta. Aquí se localizan los siguientes elementos principales con sus correspondientes superficies:

Vestíbulo general	291 m ²
Vestíbulo de documentación	53 m ²
Sala de última espera	313 m ²
Sala de reclamo de equipaje	110 m ²
Vestíbulo de bienvenida	31 m ²

Concesiones	99 m ²
Oficinas	191 m ²
Áreas complementarias	208 m ²



Fig 1.7 - Edificio de Pasajeros, Aeropuerto de Reynosa



Fig 1.8 - Sala de espera, Edificio de Pasajeros, Aeropuerto de Reynosa

◆ Servicios de apoyo

Para el control de tránsito aéreo de superficie, terminal y de aproximación, el aeropuerto de Reynosa cuenta con una torre de control.

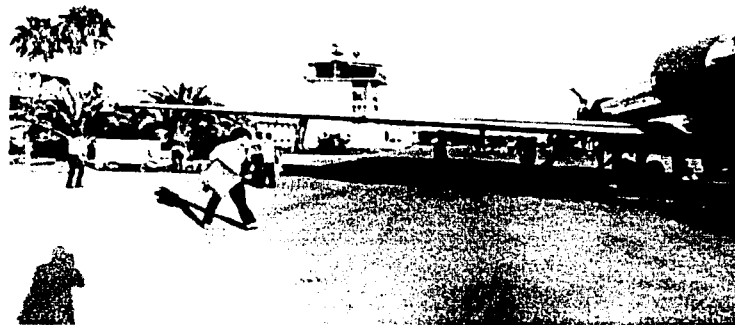


Fig 1.9 - Torre de control, Aeropuerto de Reynosa

El Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI) forma parte de los servicios de apoyo al aeropuerto, realizando las siguientes actividades: servicio de ambulancia, conservación del equipo de apoyo y mantenimiento del equipo extinción y detección de incendios.

Por otra parte para el suministro de combustible existen tres tanques; dos son para turbosina con capacidad de 240,000 y 90,000 lts. respectivamente.

Para las operaciones de aproximación y de despegue de las aeronaves, el aeropuerto de Reynosa esta equipado con ayudas visuales y radioayudas.

Como otros servicios de apoyo el aeropuerto cuenta con las siguientes subestaciones y plantas para proporcionar energía eléctrica de emergencia, cuando falla el suministro; y estructuras que apoyan la operación y mantenimiento del aeropuerto.

Estructuras anexas:

Edificio anexo de 133 m²

Casa de maquinas con superficie de 312 m²

◆ Red Vial General

Camino de acceso: de 0.75 km de longitud y 6.40 m de sección

Estacionamiento para automóviles de pasajeros de aviación comercial: con una superficie de 6,550 m², para alojar 218 lugares.

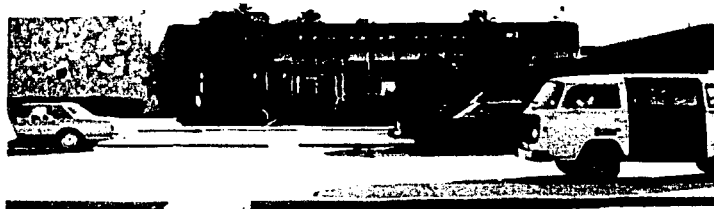


Fig 1-10 - Estacionamiento Pasajeros y empleados, Aeropuerto de Reynosa

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES

TESIS PROFESIONAL
"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO:
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO

PLANO GENERAL

REYNOSA, TAMAULIPAS

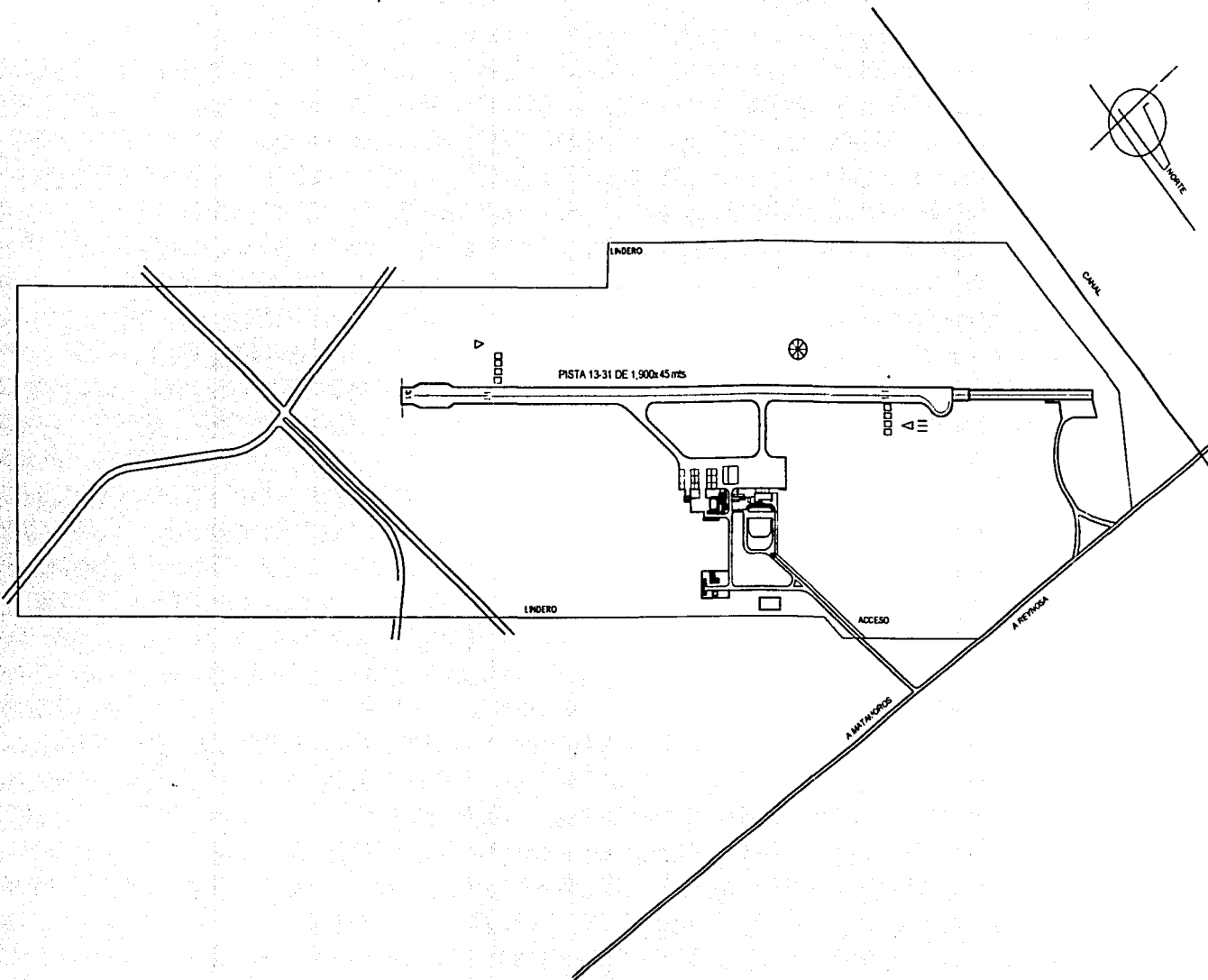
CLAVE

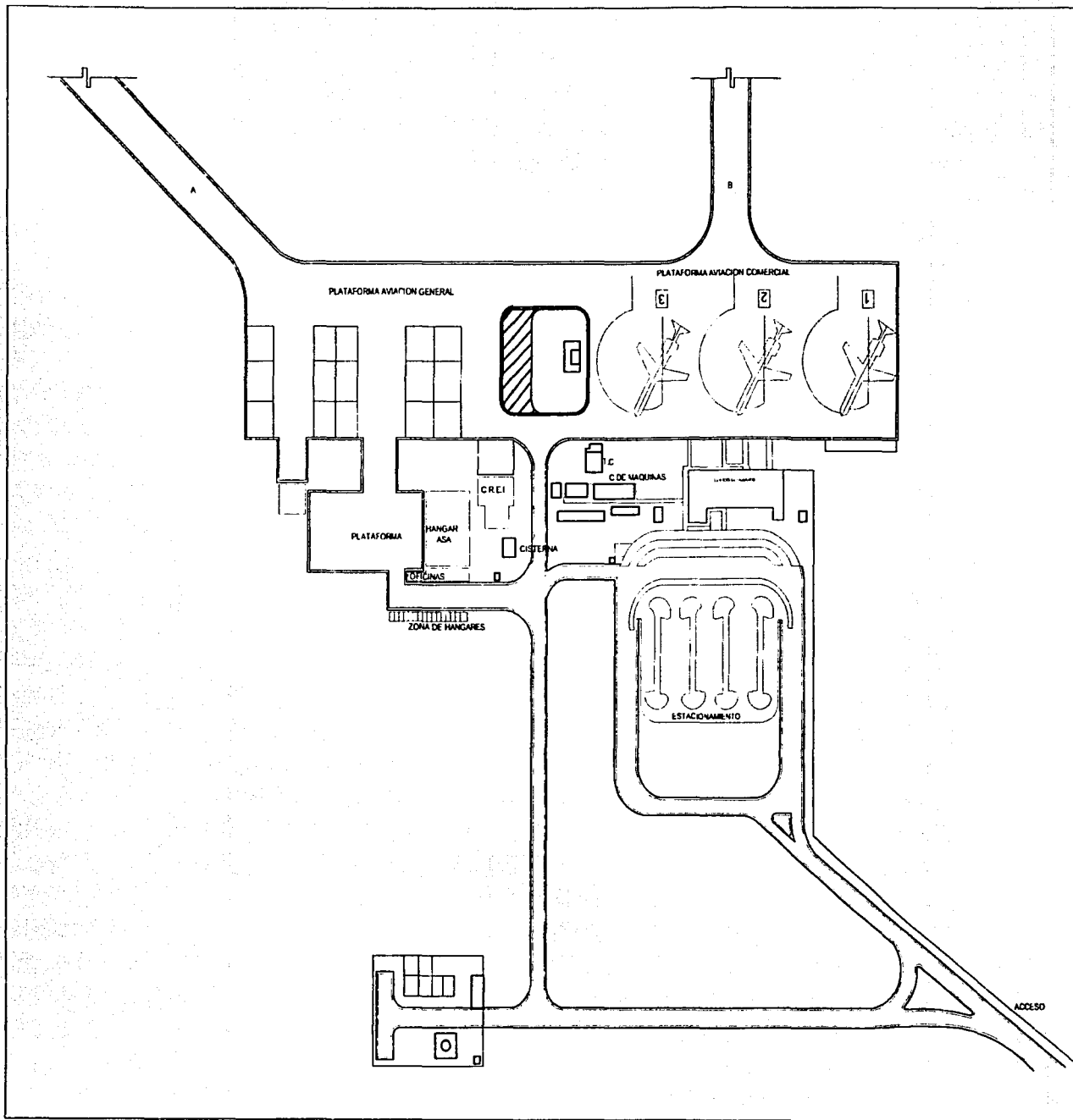
P01

DIRECTOR DE TESIS

ING. I. LUIS ZARATE RODRIGUEZ

ESCALA GRAFICA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ORIENTACION



NORTE

PLANO DE LOCALIZACION



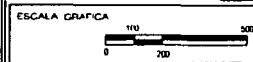
ESPECIFICACIONES

TESIS PROFESIONAL
"PROUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO:
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO

ZONA TERMINAL

ESCALA 1:1000 1:2000 1:5000	1:1000 1:2000 1:5000
TITULO DE LA TESIS PROUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA	ZT-1



CAPITULO II PRONÓSTICO DEL TRAFICO.

II.1 Evaluación del mercado atendido y potenciales de crecimiento

El proceso evolutivo aéreo a tener en cuenta en una región o núcleo urbano esta íntimamente ligado, como en cualquier otro tipo de transporte, a la población de la zona y ala modalidad de la misma, dependiendo en general de los factores siguientes¹:

- Núcleo de población.
- Carácter económico de la zona.
- Situación geográfica.
- Potencial existente de trafico.

Aspectos demográficos

Resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 1995, indican que el estado de Tamaulipas alojaba en ese año 2'527,328 habitantes y a su vez el municipio de Reynosa 337,053 habitantes (13% del total del estado)² y las estimaciones desarrolladas en este trabajo (basadas en tasas de crecimiento medias anuales y métodos estadísticos tradicionales) señalan que en el año 2020 la cifras subirán a 4'523.363 y 723.044 (16% del total del estado), respectivamente.

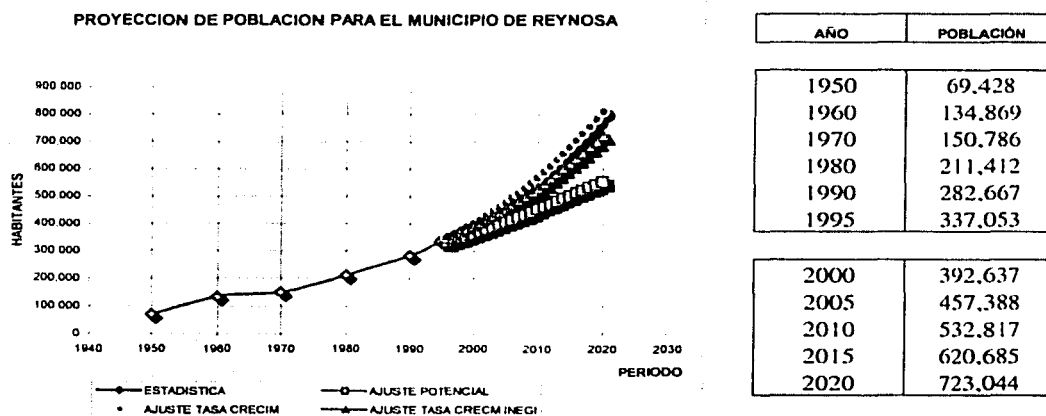


Fig. 2.1.- Proyección de Población para el municipio de Reynosa

¹ López Pedraza Munera, Francisco. " Aeropuertos ". Madrid 1957.

² Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI) " Cuaderno Estadístico Municipal, Reynosa Estado de Tamaulipas ". Edición 1998.

Población del municipio de Reynosa por localidades 1995.

Municipio	Población
Reynosa	320,458
Alfredo V. Bonfil	2,215
Los Cavazos	1,583
Rodolfo Martín Rocha	810
El Guereño	538
Reynosa Díaz	515
Los Altos	491
Anzalduas	434
Santo Niño	434
Argüelles	417
Doroteo Arango	353
Resto de Localidades	8,805
Total sin Reynosa	16,595
TOTAL	337,053

Poblacion del Municipio de Reynosa por Localidades. INEGI 1995

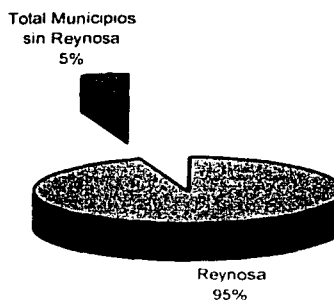


Fig. 2.2.- Población del Municipio de Reynosa por localidades. INEGI 1995

Aspectos socio-económicos

El carácter económico de las ciudades influye mediante coeficientes positivos o negativos y pueden clasificarse las poblaciones en:

- Capitales y centros turísticos;
- Centros comerciales;
- Centros mixtos comerciales e industriales, y
- Centros industriales.

Como factor importante, la influencia de capitalidad, de turismo y comercial hacen aumentar considerablemente el tráfico aéreo de la zona; y por el contrario, los centros industriales lo reducen³. Reynosa se distingue por ser una ciudad comercial y petrolera, ya que ahí PEMEX produce gas, y donde también son prósperas la ganadería y la agricultura. El estado ocupa el décimo primer lugar a nivel nacional en cuanto a PIB estatal. El sector manufacturero del estado se ha beneficiado del establecimiento de un número importante de maquiladoras.

Producto Interno Bruto del Estado de Tamaulipas

Cifras en millones de Pesos a diciembre de 1993⁴

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
PIB Comercio	6,776	7,533	5,956	6,487	6,981	7,276
PIB Manufacturas	6,025	6,459	6,701	7,300	7,811	8,390
PIB Servicios Comunales	6,017	6,124	6,107	6,100	6,135	6,294
PIB Total	32,268	34,694	32,756	35,061	37,035	38,945
Tasa de Crecimiento (%)		7.52%	-5.59%	7.04%	5.63%	5.16%

³ López Pedraza Munera, Francisco. "Aeropuertos". Madrid 1957.

⁴ Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) "Cuaderno Estadístico Municipal, Reynosa Estado de Tamaulipas", Edición 1998.

La población total según el tipo de localidad de residencia ha venido creciendo durante las últimas décadas, demandando el servicio de transporte aéreo. La siguiente figura muestra los porcentajes de las poblaciones en las localidades rural y urbana, y como esta última influirá en los siguientes años.

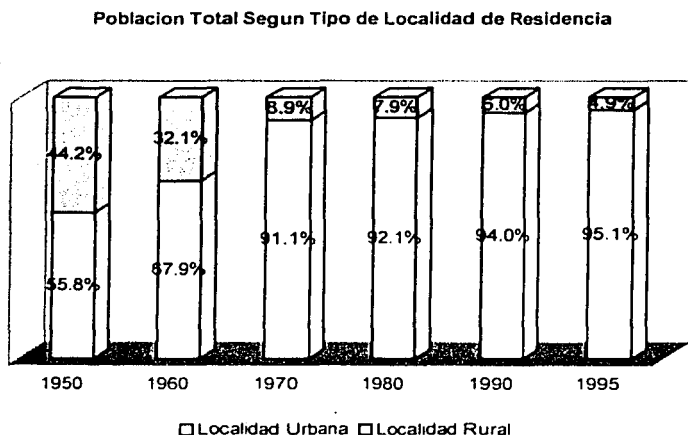


Fig. 2.3.- Población total según el tipo de localidad de residencia

Población Total
 1950: 69 428
 1960: 134 869
 1970: 150 786
 1980: 211 412
 1990: 282 667
 1995: 337 053

Localidad Rural:

Es la que cuenta con menos de 2 500 habitantes.

Localidad Urbana:

Se considera a la que cuenta con 2500 y más habitantes, y para 1995 además la cabeceras municipales, independientes del número de habitantes.

La industria maquiladora del estado ha aumentado su participación dentro del sector, con un 10.8% de las industrias maquiladoras de exportación del país principalmente a Estados Unidos, Japón, Alemania y América Latina. Actualmente estas empresas realizan los movimientos de mercancías a través de otros aeropuertos dentro y fuera del país, o bien vía terrestre.

El personal ocupado total se distribuye principalmente en los siguientes sectores: manufacturero, comercio y servicios; de los cuales el que presenta mayor porcentaje en los últimos años es el sector manufacturero.

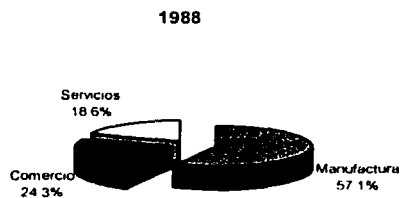


Fig. 2.4.- Personal ocupado, ciudad de Reynosa 1988

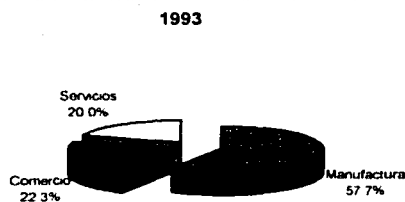


Fig. 2.5.- Personal Ocupado, ciudad de Reynosa 1993

**Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
PRONÓSTICOS DEL TRAFICO**

A su vez el personal ocupado en la industria manufacturera por subsector de actividad, se encuentra concentrado en la maquila de productos metálicos, maquinaria y equipo, incluyendo instrumentos quirúrgicos y de precisión. De esta manera las maquiladoras en la ciudad de Reynosa hacen que se incremente la demanda de pasajeros y de carga, para aquella maquinaria que requiera transportación especial, en el transporte aéreo de la zona.

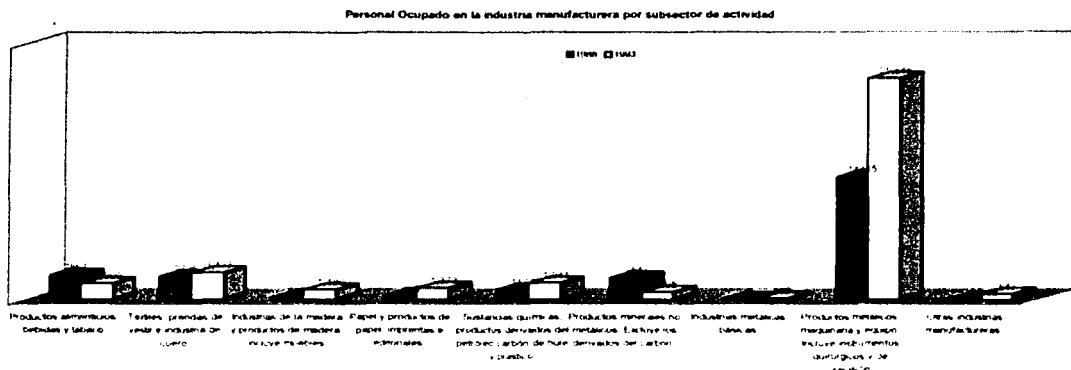


Fig. 2.6 - Personal ocupado en la industria manufacturera por subsector de actividad

Así, también la producción bruta total tiene un fuerte impacto en el subsector "Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye suministros quirúrgicos y de precisión", mencionado anteriormente, ya que prácticamente representó el 60% de la producción bruta total del sector en 1993.

1993

Subsector	Establecimientos	Personal Ocupado Total Promedio	Producción Bruta Total (miles de pesos)
Productos metálicos, maquinaria y equipo (instrumentos quirúrgicos y de precisión).	186	25845	2564445.6
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	250	1900	385490.6
Textiles, prendas de vestir e industria de cuero	78	3177	556288.7
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo, carbon de hule y plástico	19	1941	581988.9
Industrias de la madera y productos de madera. Incluye muebles	65	1180	31399.5
Papel y productos de papel, imprentas e editoriales	85	1373	82516.1
Productos minerales no metálicos Excluye los derivados del carbon	31	908	92100.1
Industrias metálicas básicas	c	117	33007.1
Otras industrias manufactureras	c	647	15485.4
Total del Resto del Subsector			254508.2



Fig. 2.7 - Producción Bruta Total 1993

El turismo es muy importante para la economía de Reynosa. Se calcula que diariamente 3,000 turistas estadounidenses visitan la ciudad para comprar artesanías y aprovechar sus restaurantes. Además existe un flujo considerable de turistas, quienes aprovechan la cercanía sobre todo en la temporada de caza cinegética. La ciudad cuenta con una pequeña Zona Rosa, muy parecida a la de la ciudad de México, llena de restaurantes y tiendas de artesanías⁵.

Aspectos geográficos

La influencia de la situación geográfica es a veces decisiva. En general, una población tendrá tanto más tráfico cuanto más núcleos urbanos la circunden.

Por otra parte se observa que el intercambio de pasajeros entre dos poblaciones, es directamente proporcional al producto del número de habitantes de ambas, y varía inversamente con la distancia entre las mismas⁶.

El aeropuerto sirve fundamentalmente a la zona de Reynosa y a sus seis municipios conurbados; se ubica a 15 kilómetros de la ciudad de Reynosa, siendo su vía de acceso la carretera 2 hasta el kilómetro 83. Aun kilómetro del aeropuerto se encuentra el puente internacional fronterizo Reynosa- Pharr que conecta a México con Estados Unidos. Los aeropuertos de Matamoros, McAllen y Harlington (estos dos últimos en Texas, Estados Unidos) se encuentran también en la región, lo cual permite un constante intercambio económico y cultural entre ambas ciudades.

Potenciales de crecimiento

Por ser un aeropuerto fronterizo y localizarse en una de las ciudades donde la industria maquiladora y el dinamismo comercial generado por el Tratado de Libre Comercio TLC con Norteamérica, se originan en la región las principales fuentes de empleos e ingresos. Por tal motivo manejar mayores volúmenes de carga para los productos de exportación, tales como los del subsector "Productos metálicos, maquinaria y equipo, incluyendo suministros quirúrgicos y de precisión", es uno de los potenciales más importantes de crecimiento para el desarrollo futuro del aeropuerto.

La estrategia para explotar este potencial de crecimiento, se pretende que sea mediante la creación de un centro distribuidor de carga dentro del campo aéreo del aeropuerto, donde se agilice y facilite los trámites aduanales y se pueda distribuir la carga directamente a los diferentes destinos de Estados Unidos.

⁵ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

⁶ López Pedraza Munera, Francisco. " Aeropuertos ". Madrid 1957.

II.2 Horizontes de proyección y variables macroeconómicas.

Modelos de Pronósticos

Hoy en día los modelos econométricos son más usados y menos costosos que los que los modelos basados en mercado. También los modelos con muchas variables aparentan no ser mucho mejores que los modelos con pocas variables. Quizá solo dos variables, el ingreso (o alternativamente el Producto Nacional Bruto PNB) y el promedio de pasajeros en las aerolíneas pueden describir un ambiente absoluto y preciso.

Los métodos para pronósticos de pasajeros pueden dividirse las siguientes categorías: cuantitativas o científicas, cualitativas o de criterios, o una combinación de estas categorías⁷.

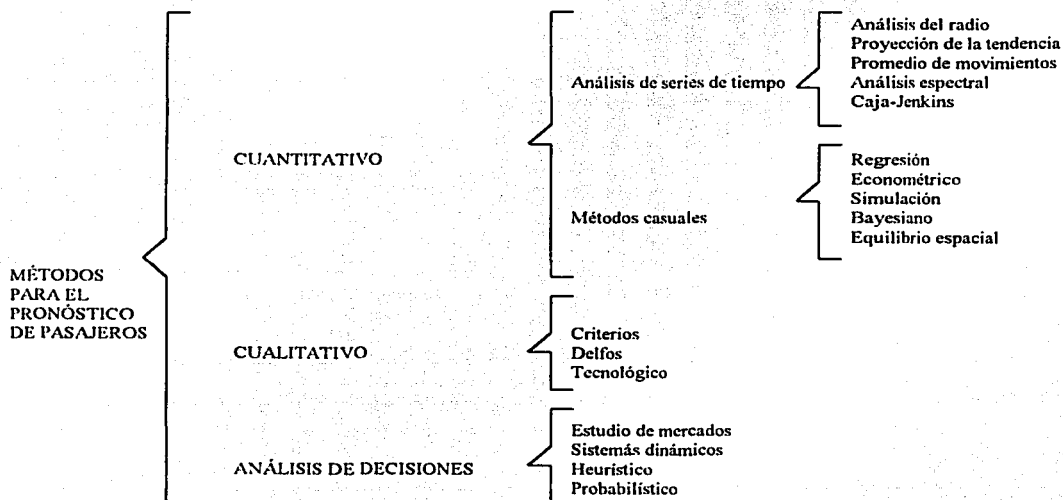


Fig. 2.8.- Modelos de Pronosticos, Administrative Program-Forecasting and Economics

Método de Criterio o Subjetivo.- es un análisis hecho en una suposición de la demanda de pasajeros para un período de pronóstico basado en la experiencia e intuición del volumen del tráfico en el pasado. Este método es usado especialmente en casos donde la muestra de datos es pequeña o escasa, tal puede ser el caso cuando un pronóstico de tráfico es requerido en un nuevo mercado, o cuando se pronosticara para un nuevo tipo de aeronave. Aunque el método de criterios tiene una doble ventaja de bajo costo y fácil operación, está limitado a pronóstico para períodos cortos.

⁷ Normand Asford, Wright Pascual. "Airport Engineering" Unites States 1979.

La técnica Delfos ha sido desarrollada para programas diseñados por una secuencia individual, conducida usualmente por cuestionarios, esparcidos con información y criterios retroalimentados. A través de sucesivas pruebas de desarrollo el pronóstico puede ser reducido.

El método del análisis de series de datos asume que el tráfico de pasajeros aéreos seguirá establecido por los patrones de crecimiento. Esto significa que la demanda futura de vuelos es una función del tiempo en la experiencia o tendencias del pasado. Este método es útil para proyecciones de períodos largos, especialmente en casos donde hay muy poco conocimiento de las causas del crecimiento. Por otra parte, el método tiene poco merito en pronósticos detallados con parámetros de largo plazo. Como la suposición de que el futuro es función directa del pasado es más probable para ser verdad en el corto plazo, el análisis de series de datos o método de tendencias puede ser muy útil para producir pronósticos detallados en un corto plazo.

Las predicciones por tendencias resulta ser un método simplista, dado que la técnica se basa en la experiencia del pasado y trata de continuar una curva de la demanda según los pronósticos. En tiempos pasados, el transporte aéreo mostraba un crecimiento exponencial con cifras de crecimiento de un 10% aproximadamente, el crecimiento exponencial continuo claramente durante un corto periodo, pero a largo plazo es más razonable esperar que el crecimiento en el transporte aéreo se asemeja más a una curva logística fig.2.?, que es una curva históricamente convencional para una nueva tecnología. La curva exponencial lleva muy rápidamente a niveles inalcanzables de demanda, pero la curva logística refleja, las rápidas tasas de crecimiento de demanda en el punto en que se introduce una nueva tecnología.

El método de estudios de mercado relaciona los patrones de pasajeros de un segmento de población dado con las características seleccionadas de demografía y economía. Los resultados de estos panoramas indican una fuerte correlación entre los patrones de pasajeros, tales como el ingreso y la ocupación. Uno de los propósitos de cada una de los panoramas es determinar si una persona es pasajero aéreo o no, y si lo es cuantos viajes realiza al año. Las tasas de tendencia y crecimiento están establecidas por el número de viajes por cada 1,000 pasajeros en cada segmento.

El método econométrico da alternativas para relacionar las variaciones de tráfico en los movimientos de las relevantes variables económicas tales como el ingreso, variables demográficas tales como población, y variables de servicios tales como los pasajeros y tiempos de vuelos. Este método explora y analiza los parámetros que han afectado los patrones de la demanda histórica de los vuelos. Un modelo de demanda econométrico muestra, a través de una o más ecuaciones, una relación económica entre la demanda y un número de variables predecibles.

Los factores que contribuyen a que la demanda de tráfico cambie puede ser agrupada en dos amplias categorías: socioeconómicos y relaciones con el transporte. Variables socioeconómicas relacionadas a la economía general, geografía, social y ambiente político. Las variables relacionadas al transporte son inherentes al modo de transporte tales como el costo, tiempo de vuelo, comodidad, seguridad y servicio. El volumen del tráfico de pasajeros es influenciado por una compleja interacción de una o más de estas variables.

El método econométrico es complicado y debe ser solo ejecutado por técnicos expertos en la evaluación de la estadística requerida y análisis de regresiones. Bajo un cuidadoso control, el método puede ser más efectivo tanto para cortos y largos plazos de proyección.

Horizontes de Proyección

La base de la metodología se sustenta en la Planificación por Eventos que permite avanzar en los supuestos a medida que se dan por hechos los resultados sobre las variables predominantes.

Para los horizontes de proyección, en general existen dos grupos. El primer grupo consiste en un pronóstico de corto, medio y largo rango. El segundo grupo consiste de un tiempo especial, donde puede intervenir el presupuesto anual⁸.

Pronóstico a corto plazo

Los pronósticos con horizontes de proyección a corto plazo son normalmente usados en las políticas de planificación, desarrollos de evaluaciones actuales y, en general, son complicados, ya que se requiere de mano de obra y equipos para la programación e inventarios de las operaciones diarias. El rango de tiempo puede ir de 1 mes a 1 año.

Es importante reiterar, que los pronósticos están condicionados a los escenarios propuestos por las variables explicativas y que cualquier fenómeno abrupto de orden político, social o natural, influirá sobre las expectativas generadas.

El pronóstico anual es estimado en base al desenvolvimiento de las variables económicas y financieras que se presentan tanto en la economía nacional como en la internacional y que afectan de manera directa o indirecta la actividad del transporte aéreo en el país.

La metodología seguida para elaborar el pronóstico de corto plazo, se basa fundamentalmente en la generación de modelos econométricos que explican el movimiento aeroportuario, en función de las variables que lo condicionan. Los factores considerados en los modelos pueden ser: económicos (producto interno bruto, paridad del peso respecto al dólar americano, etc.), demográficos como la población de la zona de influencia, turísticos como cuartos de hotel y de aviación como tarifas aéreas.

La secuencia metodológica empleada para elaborar el pronóstico de corto plazo es la siguiente:

- a) Definición de objetivos.
- b) Planteamiento de posibles variables causales que afectan a la demanda de servicios en los aeropuertos.
- c) Definición de grupos de aeropuertos.
- d) Planteamiento de modelo(s) teórico(s)
- e) Recolección de información.
- f) Construcción de escenarios.
- g) Realización de pruebas estadísticas
- h) Validación del modelo
- i) Obtención de los resultados del pronóstico.

Las variables están soportadas en los supuestos de comportamiento de la economía nacional y en los principales indicadores del modelo econométrico planteado.

⁸ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

Pronóstico de Mediano y Largo Plazo

Los pronósticos con horizontes de proyección a mediano plazo normalmente cubren un periodo de 2 a 5 años y son generalmente usados para la planeación de trafico en las operaciones del transporte aéreo y para rangos intermedios de presupuesto en la administración del aeropuerto.

Los pronósticos con horizontes de proyección a largo plazo normalmente cubren un periodo de 5 a 20 años. Estos son generalmente usados para los plazos largos de los requerimientos del capital y para proyectos que requieren de un mantenimiento cíclico extendido e inversiones periódicas futuras adicionales (etapas de desarrollo).

Pasajeros

Con base en los datos históricos de la demanda y de las variables económicas y demográficas consideradas, se encuentran modelos econométricos, el cual sirve para generar el modelo específico del aeropuerto.

En términos generales, el modelo que se obtiene, se aplica en la elaboración de un pronóstico preliminar, utilizando para ello las proyecciones de las variables causales involucradas. Las tasas de crecimiento calculadas con este pronóstico se comparan con las tasas históricas de los últimos 15 años, con objeto de reajustar los parámetros del modelo en caso necesario.

Se debe señalar que en caso de la existencia de errores en la información estadística, se tiene que recurrir a técnicas estadísticas de datos incompletos, para procesar la información, sin menoscabo de la calidad de los pronósticos obtenidos.

Pasajeros por Operación

La variable pasajeros por operación, relaciona los valores de pasajeros y operaciones. Es bien conocido que los valores de la variable: pasajeros por operación, cambian con tasas muy bajas en el tiempo. Sin embargo, no debe olvidarse que "Pasajeros por Operación" es una variable de control manejada directamente por las aerolíneas y por ende puede variar muy bruscamente, debido a cambios en las estrategias propias de cada compañía.

Operaciones

Una vez generado un pronóstico adecuado de la variable "pasajeros por operación" se procede a calcular las operaciones en sus escenarios alto y bajo.

El horizonte de planeación que se consideró para las estimaciones de los pronósticos del aeropuerto de Reynosa, abarca el periodo del año de 2000 al 2015. Estos 15 años se han estimado utilizando fundamentalmente modelos cuantitativos que correlacionan variables que inciden sobre el transporte aéreo y por consecuencia también en el movimiento aeroportuario.

II.3 Estadísticas de tráfico.

Niveles de Aviación:

- a) Aviación Comercial "A", que se refiere al movimiento generado por los vuelos de las líneas aéreas de itinerario tanto nacionales como internacionales. Por separado se integra la actividad "charter" (fletamiento).
- b) Aviación Comercial "AA" o regional, que se refiere al movimiento correspondiente a los vuelos de líneas comerciales sin itinerario regular (la mayor parte son taxis aéreos), así como aquellas cuyo radio de acción es totalmente local.
- c) Aviación general en la que esta comprendido el movimiento generado por los vuelos privados nacionales e internacionales y los de la aviación oficial¹.

Los datos que se disponen parten de 1974, año en que el aeropuerto de Reynosa fue incorporado a la red administrada por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). El análisis en que se basa este estudio comprende dos períodos: el primero de 1974-1995 con fuente del Sistema Estadístico Aeroportuario (SEA) y el segundo de 1987-1999, con datos actualizados y publicados por ASA.

El complementar los datos estadísticos con el comportamiento que ha experimentado la economía nacional, así como las observaciones directas sobre movimiento de pasajeros y operaciones en el aeropuerto, permite cuantificar el crecimiento que ha tenido la demanda, así como determinar, de manera general su comportamiento a lo largo de 26 años.

La información de los datos estadísticos, en el caso de pasajeros, está integrada por las actividades de aviación comercial y aviación regional, excluyendo a la aviación general ya que los pasajeros de esta actividad no influyen en el análisis de la capacidad de la demanda de la zona terminal y edificio de pasajeros. Sin embargo las operaciones de la aviación general influyen significativamente en el aeropuerto para el análisis de la capacidad de la demanda de la zona aeronáutica, y en particular de la pista y plataforma de la aviación general, por lo que los datos estadísticos de operaciones esta integrado por la aviación comercial, regional y general.

Es conveniente mencionar que a partir de 1978 la actividad aérea comercial fue dividida en aviación comercial y aviación regional, relativa la primera a vuelos con itinerario fijo de largo y mediano alcance; y la segunda a vuelos de corto alcance, conocida también como de tercer nivel.

A continuación se presenta un resumen de los estudios que incluye una descripción detallada del comportamiento de la demanda del servicio y operaciones efectuadas.

¹ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

Pasajeros

El movimiento de pasajeros de aviación comercial y regional en el periodo 1974-1981 registra una tasa media anual de 46%. se atendió a 13,017 usuarios en 1974 y a 104,675 en 1981, lo que significa un incremento de casi ocho veces en un lapso de 7 años.

En 1982 como consecuencia de una de las devaluaciones más grandes, que afectaron la economía nacional, se dio una disminución de pasajeros del 16%, registrándose 98,425 pasajeros; de 1983 a 1985 se presenta una ligera recuperación, con un 9.67% de incremento promedio anual, siendo éste el año histórico con mayor volumen o el máximo en la curva estadística de pasajeros de aviación comercial; para recaer nuevamente el número de pasajeros de 1986 a 1989, con decrementos promedio de 17.75%, siendo 1988 el año más afectado de este ultimo lapso, con una disminución de 41%, que redujo a 60,026 la cantidad de pasajeros atendidos.

El lapso 1990 a 1992 se caracterizó por incrementos notables, con una tasa media anual del 8%, lo que significa volúmenes de pasajeros anuales de 58,052 y 70,085, respectivamente. Sin embargo para 1993 se volvió a tener una recaída al presentarse un decremento promedio anual de 21%, registrándose 55,140 pasajeros; en 1994 se volvió a presentarse un incremento notable con un promedio anual de 69% alcanzando 93,270 pasajeros; pero la tendencia del trafico no continuó incrementándose de la misma forma, ya que al siguiente año 1995, nuevamente sufrió un decremento, casi proporcional al incremento anterior, con un promedio anual de 41% y que volvió a reducir a 54,705 la cantidad de pasajeros atendidos.

Por último, el periodo de 1996 a 1999 se caracteriza por el incremento más significativo, donde en este último año se presentó el número de pasajeros más alto en la historia estadística del aeropuerto registrándose 147,542 pasajeros, dejando como incertidumbre la tendencia de este crecimiento.

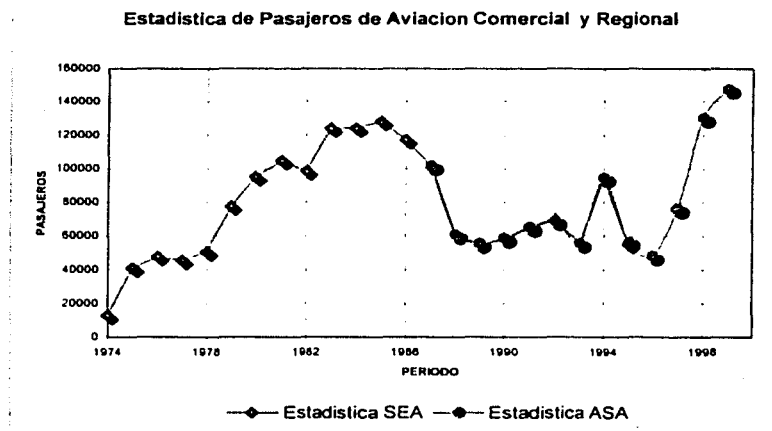


Fig. 2.9.- Curva estadística de pasajeros anuales

Operaciones

Las operaciones de las aeronaves comerciales, en la etapa de 1974-1995, muestran también un desarrollo irregular, con incrementos y decrementos alternos debido a cambios de equipo por parte de las compañías, y a los problemas económicos que ha vivido el país.

La tasa media anual de las operaciones totales fue de 7.05%, con una máxima de 120% en el período de 1974 a 1975 y una mínima de -36% de 1992 a 1993, que coincide con la suspensión del servicio de Aeroméxico.

En 1974 se efectuaron 2,853 operaciones totales; para 1979 la cifra se elevó a 16,409, y para 1982 después de un período de años en crecimiento se observa una declinación al registrarse 14,514 operaciones. De 1982 a 1986 continua la tendencia de decremento llegando a las 10,021 operaciones totales. Nuevamente se da una recuperación al presentarse 11,118 operaciones totales en 1987 y con tendencia de crecimiento hasta el año de 1991 con 12,953 operaciones totales, pero sin alcanzar las operaciones máximas registradas. A partir de 1992 las operaciones comienzan a disminuir significativamente pasando de 8,313 a 5,973 operaciones totales en el año de 1995.

Al igual que la estadística de pasajeros comercial y regional, las operaciones totales en el período de 1996 a 1999 tuvo un crecimiento, aunque no tan significativo, al registrarse un incremento del 8.1% de tasa media anual, es decir, en 1996 se registraron 6,757 y en 1999 7,929 operaciones totales. Cabe destacar que en 1981 se presentó el número de operaciones más alto en toda la historia estadística del aeropuerto, registrándose 16,409 operaciones totales, y a partir de este año se presentó una tendencia a disminuir el número de operaciones para los siguientes años.

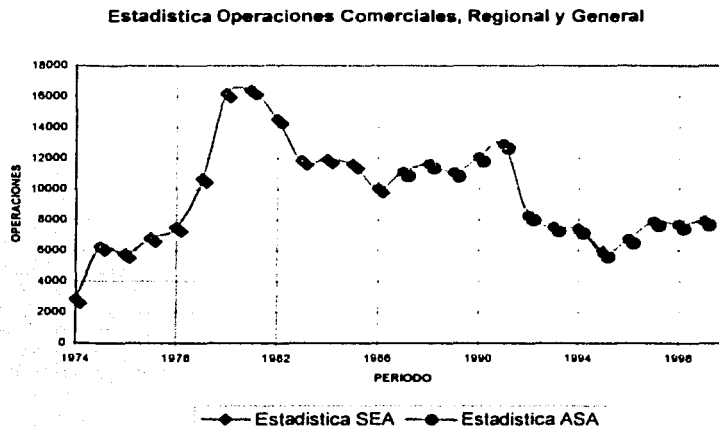


Fig. 2.10.- Curva estadística de operaciones anuales

Carga

El comportamiento de la carga en la historia estadística del aeropuerto es de gran importancia para el análisis de la capacidad de los sistemas del aeropuerto. La carga que se maneja principalmente es nacional, ya que la internacional ha registrado casi ser nula durante la historia estadística.

Durante los dos primeros años de operaciones 1974 y 1975, se registro un movimiento de 19 ton. de carga. Sin embargo para 1976 se tuvo un crecimiento significativo con una tasa media anual de 1089.5% moviendo 226 ton. El periodo de 1977 a 1981 se distingue por un continuo crecimiento con una Tasa Media de Crecimiento Anual TMCA del 10% registrando al final de este periodo 351 ton. de carga movida. Para los siguientes dos años el movimiento de carga disminuye a 271 ton. en 1983, pero rápidamente recupera el crecimiento al año siguiente con una tasa anual del 74.9%, registrando en 1984 el movimiento máximo de carga en la historia estadística del aeropuerto con 474 ton. Los seis años siguientes representan la caída del movimiento de carga en el aeropuerto con un decremento del -22.16% de TMCA registrándose el movimiento de carga mínimo en la historia del aeropuerto, 61 ton en 1990. El movimiento de carga recupero su crecimiento, no como lo había hecho años atrás, pero si alcanzo a recuperar la cantidad de 302 ton en 1992, donde un año después vuelve a tener un decremento del 35.8% reduciendo a 194 ton. de carga. El último periodo de la estadística 1993 a 1995 representa una pequeña curva con tendencia de crecimiento y registrando en el último año 215 ton. de carga operada en el aeropuerto.

Año	Nacional (TON)	Internacional (TON)	Tasa	Nacional (TON)	Internacional (TON)	Tasa
Carga	Tasa %	Carga	Tasa %	Carga	Tasa %	Carga

1974	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0
1975	19.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0
1976	226.0	1089.5	0.0	0.0	226.0	1089.5
1977	298.0	31.9	0.0	0.0	298.0	31.9
1978	290.0	2.7	0.0	0.0	290.0	-2.7
1979	337.0	16.2	0.0	0.0	337.0	16.2
1980	335.0	-0.6	0.0	0.0	335.0	-0.6
1981	351.0	4.5	1.0	0.0	351.0	4.8
1982	280.0	20.0	0.0	-100.0	280.0	-20.2
1983	271.0	-3.2	0.0	0.0	271.0	-3.2
1984	474.0	74.9	0.0	0.0	474.0	74.9
1985	406.0	-14.3	0.0	0.0	406.0	-14.3
1986	393.0	-3.2	0.0	0.0	393.0	-3.2
1987	356.0	-9.4	0.0	0.0	356.0	-9.4
1988	90.0	74.7	0.0	0.0	90.0	-74.7
1989	61.0	32.2	0.0	0.0	61.0	-32.2
1990	61.0	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0
1991	208.0	241.0	1.0	0.0	209.0	242.6
1992	302.0	45.2	0.0	-100.0	302.0	44.5
1993	194.0	-35.8	0.0	0.0	194.0	-35.8
1994	205.0	5.7	0.0	0.0	205.0	5.7
1995	215.0	4.9	0.0	0.0	215.0	4.9

Estadística de Carga

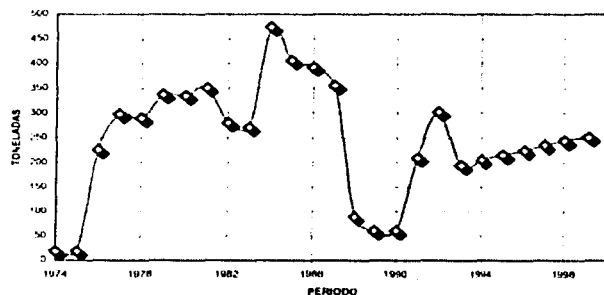


Fig. 2.11.- Curva estadística del movimiento de carga

II.4 Pronóstico de pasajeros.

El principal objetivo del estudio de la demanda constituye determinar el mercado potencial y futuro del aeropuerto para la realización de un proyecto adaptado adecuadamente a la demanda estimada, y a la evaluación económica que satisfaga en general dicha demanda.

Justificación

Las bases para determinar los pronósticos de demanda fueron las tendencias de crecimiento, manifestadas en las estadísticas tanto del Sistema Estadístico Aeroportuario SEA, como de Aeropuertos y Servicios Auxiliares; además se consideró la posibilidad de que operen otras aerolíneas comerciales internacionales y regionales.

Cabe mencionar que para obtener un pronóstico de pasajeros más acercado a la realidad, se analizaron las curvas de la historia de pasajeros de aviación comercial con fuentes del SEA y al mismo tiempo con las actualizadas de ASA. Estas curvas tienen una correlación significativa entre ellas del periodo de 1987 hasta 1995, años donde inicia por ASA y termina por el SEA la información estadística proporcionada, mientras que el periodo de 1996 a 1999 continua solo por la curva estadística de ASA. Sin embargo al mismo tiempo también se traslapó una pequeña parte de la curva del pronóstico estimado por el SEA en el periodo del 2000 al 2005. Se puede observar claramente que la curva del pronóstico estimado por el SEA está por debajo de la curva estadística actualizada por ASA en el periodo de 1996 a 1999. Esto descarta la posibilidad de utilizar los pronósticos estimados por el SEA.

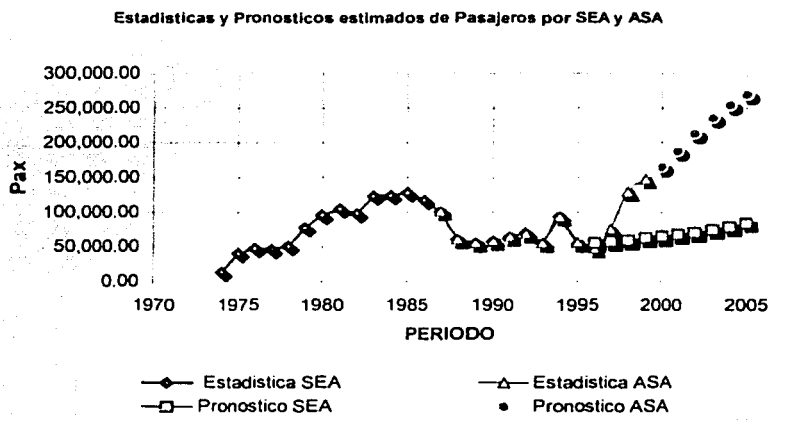


Fig. 2.12.- Curvas estadísticas y de pronósticos por ASA y SEA para pasajeros anuales.

La fuente actualizada por ASA también presenta una estimación del pronóstico de pasajeros, la cual es comparada con las dos curvas estadísticas, ya mencionadas, y donde se observa una tendencia de continuidad de crecimiento sobre la curva estadística de ASA, lo cual es lógico, ya que la estimación del pronóstico de ASA estuvo basada en el comportamiento de su curva estadística.

Con el objetivo de disminuir la incertidumbre en la estimación del pronóstico de pasajeros, en este trabajo se recurrió al método de Regresión, un método cuantitativo y casual, según la clasificación de métodos para pronósticos de pasajeros. El método de Regresión consistió principalmente en encontrar un modelo que nos de una proyección de pronóstico de pasajeros, y tenga alguna relación con los valores de las estimación de pronósticos, ya conocidos. Para desarrollar el modelo se tomó como referencia solamente una variable dependiente, para facilitar el desarrollo, pero la cual es muy importante e influye mucho en el crecimiento de pasajeros de cualquier aeropuerto. El Producto Interno Bruto (PIB) Nacional en pesos constantes (1993) es la variable dependiente que estimara el pronóstico de pasajeros en nuestro modelo de regresión y como variable independiente será la estimación del pronóstico de pasajeros.

Tomando las estadística del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI, tenemos información estadística del PIB (Mill\$) desde 1980 al 2000 y a partir del 2001 al 2006 tenemos una estimación en el pronóstico del PIB, en tres escenarios: optimista, más probable y pesimista. Sin embargo se tuvo la necesidad de llevar ese pronóstico hasta el horizonte de planeación, es decir al año 2015.

Pronosticos PIB

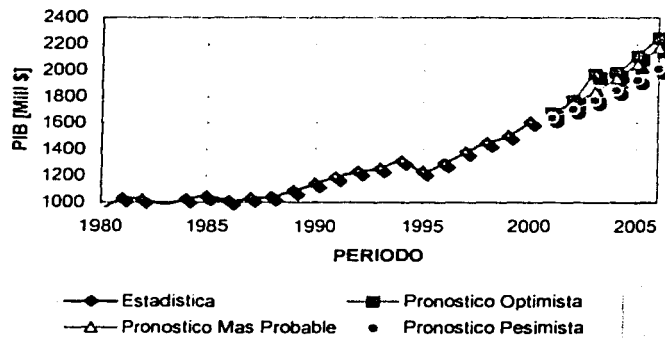


Fig. 2.13.- Curvas estadísticas y de pronósticos para PIB nacional

Recurriendo a métodos estadísticos tradicionales, se obtiene un modelo que se ajusta a la tendencia de la curva estimada del pronóstico, en este caso el escenario más probable como ejemplo, y utilizando este modelo se puede proyectar el PIB, como variable independiente con respecto al período, hasta el año 2015.

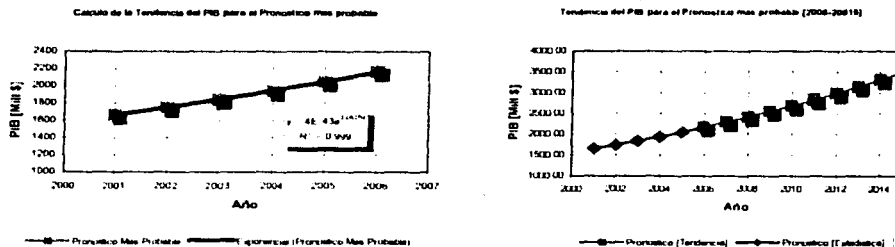


Fig. 2.14.- Calculo de la Tendencia para la curva PIB en escenario mas probable

La variable dependiente, PIB Nacional, la estime hasta nuestro horizonte de planeación; es decir de ser una variable independiente, respecto al período, pasa a ser una variable dependiente, respecto al pronóstico de pasajeros.

Se establece una relación entre la variable independiente (Pronóstico de Pasajeros) y la variable dependiente (PIB Nacional), a través de las curvas estadísticas respectivas de cada variable y en sus períodos correspondientes. En donde se observa un comportamiento discrepante de la estadística del número de pasajeros con respecto al crecimiento del PIB.

Pero se obtiene una correlación a través de métodos estadísticos tradicionales como lo es de regresión lineal que se ajusta a la serie de datos de las variables. Así con el método de regresión se obtiene un modelo que puede estimar la tendencia del pronóstico de pasajeros con respecto al PIB para sus tres escenarios (optimista, más probable y pesimista) y en tres períodos diferentes: el modelo para el primer período del año 2000 al 2005 se obtiene de la curva estadística, a través de una regresión, obteniéndose $Pax = 321.24(PIB) - 348401$; para el siguiente período del año 2006 al 2010 el modelo cambia la tendencia de crecimiento disminuyendo la pendiente de la curva en un 5% cada año, esto se justifica con el comportamiento en el crecimiento del PIB; y el último período del año 2010 al 2015 presenta el mismo comportamiento al modelo anterior, solo con la variante del decremento en la pendiente de la curva con un 4% anual.

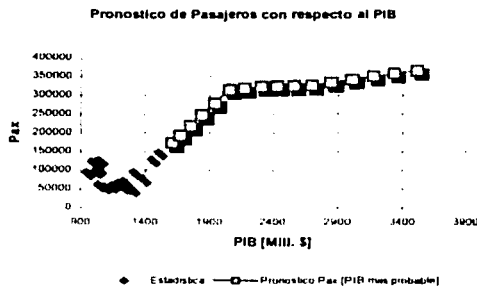


Fig. 2.15.- Pronóstico de pasajeros con respecto al PIB

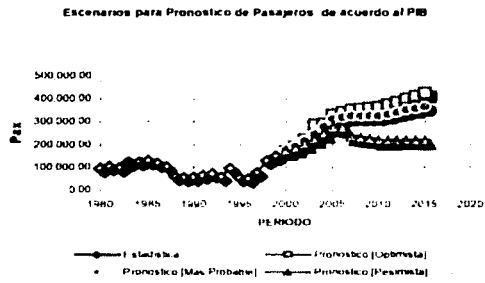


Fig. 2.16.- Escenarios de pronósticos de pasajeros de acuerdo al PIB

Ahora ya se cuenta con tres estimaciones para el pronóstico de pasajeros: los dos primeros como ya se mencionó son fuentes del SEA y ASA, respectivamente, y el tercero es el desarrollo de un modelo para la estimación del pronóstico de pasajeros con respecto al PIB en sus escenarios (optimista, más probable y pesimista), a través de métodos de regresión o métodos estadísticos tradicionales. La posibilidad de utilizar la estimación del pronóstico del SEA fue descartada anteriormente, por lo cual solo se cuenta con dos estimaciones de pronóstico. La curva del pronóstico con respecto al PIB tiene mucha relación con respecto a la curva del pronóstico por ASA. Sin embargo se intuye que la estimación del pronóstico hecho por ASA tiene fundamentos en métodos cuantitativos que incluyen más variables e inclusive puede ser originado de un método econométrico.

De esta manera el objetivo de desarrollo el modelo apoyado en la variable dependiente PIB solo justifica la utilización de la estimación realizada por ASA.

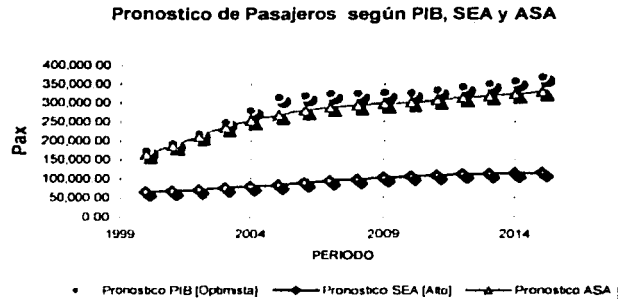


Fig. 2.17.- Curvas para el pronostico de pasajeros según PIB, SEA y ASA.

Pasajeros

Año	Pasajeros	TMAC
2000	165,001	
2001	187,976	13.9
2002	213,236	13.4
2003	235,128	10.3
2004	253,652	7.9
2005	268,808	6.0
2006	280,596	4.4
2007	289,016	3.0
2008	294,069	1.7
2009	298,000	1.3
2010	301,932	1.3
2011	307,892	2.0
2012	313,633	1.9
2013	319,158	1.8
2014	324,469	1.7
2015	329,570	1.6
TMAC		4.81

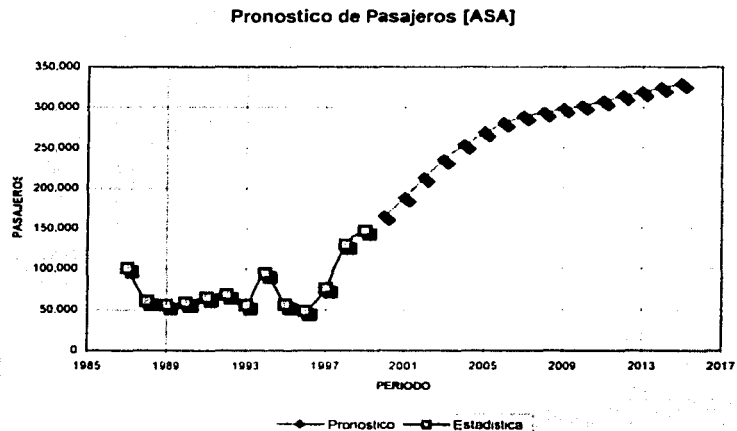


Fig. 2.18.- Curva de pronostico para pasajeros anuales estimada por ASA

Para estimar las operaciones anuales, es necesario determinar el factor de ocupación de los aviones; es decir, el número de pasajeros promedio por avión. Sin embargo para la estimación del pronóstico de operaciones es congruente seguir el mismo lineamiento de la fuente actualizada por ASA, por lo cual las operaciones presentadas serán las estimaciones realizadas por ASA.

Operaciones

Año	Operaciones	TMAC
2000	9,772.77	
2001	11,133.50	13.92
2002	12,629.62	13.44
2003	13,926.26	10.27
2004	15,023.41	7.88
2005	15,921.09	5.98
2006	16,619.28	4.39
2007	17,117.98	3.00
2008	17,417.21	1.75
2009	17,650.09	1.34
2010	17,882.97	1.32
2011	18,235.95	1.97
2012	18,575.98	1.86
2013	18,908.19	1.79
2014	19,217.75	1.64
2015	19,519.88	1.57
TMAC		4.81

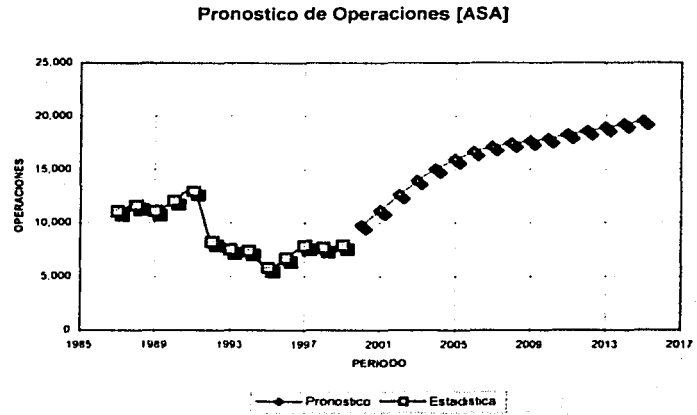
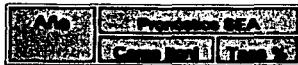


Fig. 2.19.- Curva de pronóstico para operaciones estimada por ASA

II.5 Pronóstico de carga.

No se presenta una metodología adecuada para estimar la carga que se maneja durante el horizonte de planeación. Sin embargo el Sistema Estadístico Aeroportuario SEA realizó un análisis de la demanda de carga que maneja el aeropuerto, basándose en variables, estadísticas y modelos que representen el comportamiento.

La curva del pronóstico de carga tiene una tendencia lineal y continua con el crecimiento que se había dado en el ultimo período de la estadística 1995 al 2000. La TMAC que presenta esta curva es del 2.1%, es decir, en el 2000 se manejaron 261.0 ton. de carga y se estima que para el 2015 se manejen 366.0 ton.



2000	261.0	0.0
2001	270.0	3.4
2002	278.0	3.0
2003	285.0	2.5
2004	293.0	2.8
2005	300.0	2.4
2006	308.0	2.7
2007	315.0	2.3
2008	321.0	1.9
2009	328.0	2.2
2010	335.0	2.1
2011	341.0	1.8
2012	348.0	2.1
2013	354.0	1.7
2014	360.0	1.7
2015	366.0	1.7

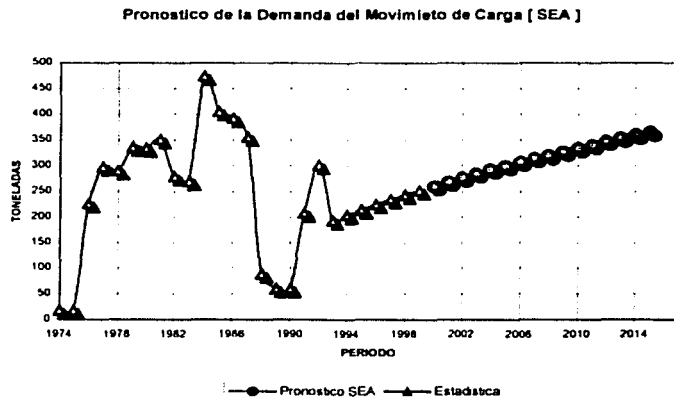


Fig. 2.20.- Curva de pronóstico para carga estimada por el SEA

Por otra parte es seguro que el aeropuerto requiera de inversiones para ampliaciones y su desarrollo durante los próximos años, para lo cual se propone que el movimiento de carga tenga una influencia importante en los ingresos aeronáuticos del aeropuerto, ya que como en el capítulo I, y en este, se observo que existe un potencial de crecimiento con un área de influencia significativa para explotar este servicio.

Para que el movimiento de carga tenga influencia en los ingresos aeronáuticos se requiere de una proyección de la demanda de carga con un escenario mucho más alto al estimado por el SEA. Por lo cual se proponen tres periodos para hacer crecer el movimiento de carga:

El primer periodo abarca del 2002 al 2006, donde se pretende continuar la curva estadística con el volumen de carga manejado en el 2001, incrementar y variar anualmente las tasas de crecimiento hasta el 2006, obteniendo una TMCA del 67.1%. La curva que describe este comportamiento es del tipo exponencial, como era de esperarse para hacer crecer rápidamente la demanda de carga en un periodo corto. Así se estima que el pronóstico de la demanda para el volumen de carga sea de 313.0 ton en el año 2001 y se alcance un movimiento de carga de 7.728.3 ton en el 2006.

El segundo periodo comprende del año 2007 al 2010, donde las tasas de crecimiento son constantes con una TMCA del 10%, describiendo este comportamiento una curva lineal, ya que para este periodo se pretende mantener el crecimiento del volumen de carga, pero ya no a un ritmo acelerado como el anterior, esperándose tener una demanda en el volumen de carga de 11.315.0 ton, para el año 2010.

Y para el ultimo periodo del 20011 al 2015 la tasas de crecimiento seguirán siendo constantes con una TMCA del 4% y también estará representado el comportamiento por una curva lineal, con lo cual se estima que la demanda del volumen para el movimiento de carga sea de 13.766.4 ton, para el año 2015.



2000	261 0	0.0
2001	313 2	20.0
2002	563 8	80.0
2003	1043 0	85.0
2004	1981 6	90.0
2005	3864 2	95.0
2006	7728 3	100.0
2007	8501 1	10.0
2008	9351 2	10.0
2009	10286 4	10.0
2010	11315 0	10.0
2011	11767 6	4.0
2012	12238 3	4.0
2013	12727 8	4.0
2014	13237 0	4.0
2015	13766 4	4.0

Pronostico de la Demanda del Movimiento Carga [Propuesto]

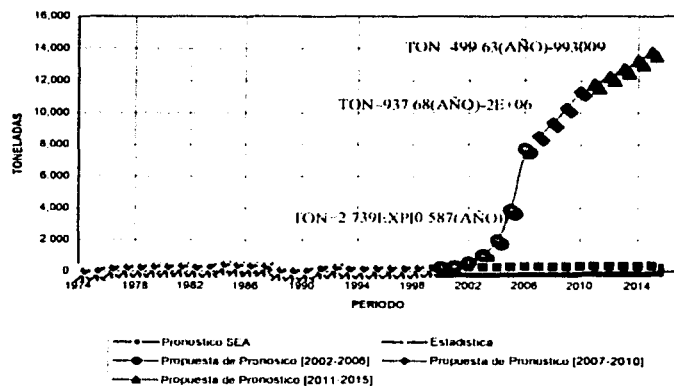


Fig. 2.21.- Curvas de estimaciones de movimiento de carga, propuestas en este trabajo.

CAPITULO III ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA.

III.1 Normas y parámetros de diseño.

Los parámetros que a continuación se presentan corresponden a la magnitud unitaria para un adecuado nivel de servicio, y fueron establecidos tomando en cuenta las características de operación del aeropuerto, tales como mezcla de aeronaves, frecuencia de la demanda y tipo de servicio¹. Esto permite sentar criterios para la planeación, aunque para cada elemento se debe realizar un análisis específico de nuevos indicadores que determine el programa correspondiente:

- ◆ 20-25 operaciones en hora crítica como capacidad máxima de la configuración actual de pistas con sistema de salidas de alta velocidad.
- ◆ 10-12 aterrizajes en hora crítica como capacidad máxima de la configuración actual de pistas con sistema de salidas de alta velocidad.
- ◆ 10-12 despegues en hora crítica como capacidad máxima de la configuración actual de pistas con sistema de salidas de alta velocidad.

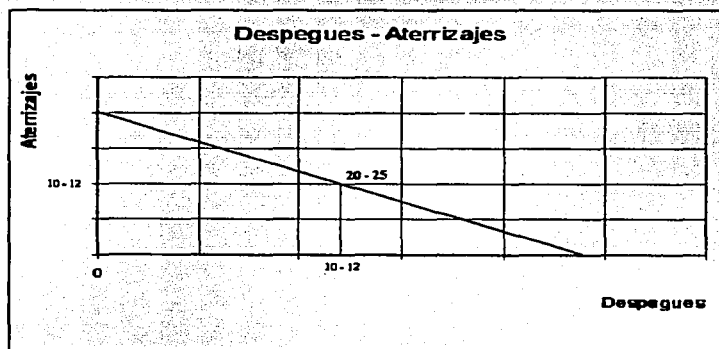


Fig. 3.1.- Curva despegues-aterrizajes, Ing. Federico Dovall

- ◆ 8,000 m2 de plataforma de operación/avión en posición simultánea de aviación comercial.
- ◆ 1000 m2 de plataforma de aviación general/avión en posición simultánea.
- ◆ 18-22 m2 de edificio de pasajeros de aviación comercial/pasajeros en hora crítica.

¹ Apuntes de la clase de "Aeropuertos" impartida por el Ing. Federico Dovall en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México 2001.

- ◆ 14-16 m2 de edificio para pasajero de aviación regional/pasajero en hora crítica.
- ◆ 30 m2 de estacionamiento para automóviles de los pasajeros y empleados
- ◆ 0.4 espacio(lugar) de estacionamiento de aviación comercial/pasajero en la hora crítica.
- ◆ 0.6 espacio(lugar) de estacionamiento de aviación general/pasajero en hora crítica.
- ◆ 13 espacio(lugar) de estacionamiento de vehículos para transportación terrestre/M pasajeros anuales.
- ◆ 110 espacio(lugar) de estacionamiento para automóviles de empleados/M de pasajeros anuales.
- ◆ 0.10 m2 de almacén / tonelada de carga.
- ◆ 2 carriles de acceso /1.5 M de pasajeros anuales
- ◆ 0.25 m2 de almacén de compañías tramitadoras por tonelada de carga internacional anual.
- ◆ 0.10 m2 de almacén de compañías tramitadoras por tonelada de carga nacional anual.
Mezcla de Carga:
 - ◆ Carga internacional > 50%
0.20 m2 de almacén por tonelada de carga anual.
 - ◆ Carga nacional > 50 %
0.15 m2 de almacén por tonelada de carga anual.
- ◆ 0.125 m2 de edificio terminal de carga por tonelada de carga internacional anual.
- ◆ 0.05 m2 de edificio terminal de carga por tonelada de carga nacional anual.
Mezcla de Carga:
 - ◆ Carga internacional > 50%
0.10 m2 de almacén por tonelada de carga anual.
 - ◆ Carga nacional > 50 %
0.075 m2 de almacén por tonelada de carga anual.
- ◆ 6.5 ha de zona de preparación de alimentos y mantenimiento de aeronaves por cada 100,000 operaciones/año.
- ◆ 0.4 ha de zona comercial y hotelera por millón de pasajeros anuales.

Por otra parte, existen algunas normas y recomendaciones para aeródromos publicados por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, Anexo 14, que deben tomarse en cuenta para el análisis y diseño de las estructuras del aeropuerto, que necesiten ampliación o construcción en las etapas del programa de desarrollo; para lo cual, cuando sea necesario se citaran algunas de ellas en su momento.

III.2 Determinación de la capacidad actual de cada elemento.

Campo Aéreo (Zona Aeronáutica)

- ◆ Flota de aeronaves .- en la actualidad se cuenta solamente con dos tipo de aeronaves: Douglas DC-9-30 y Boeing B-727-200.

Características de Flota Actual de Aeronaves

Flota de Aeronaves	Longitud [m]	Envergadura [m]	Asientos	Peso máximo al despegue [Ton.]
DC-9-30	36.4	28.5	95-110	48.9
B 727-200	46.7	32.9	145-189	83.0

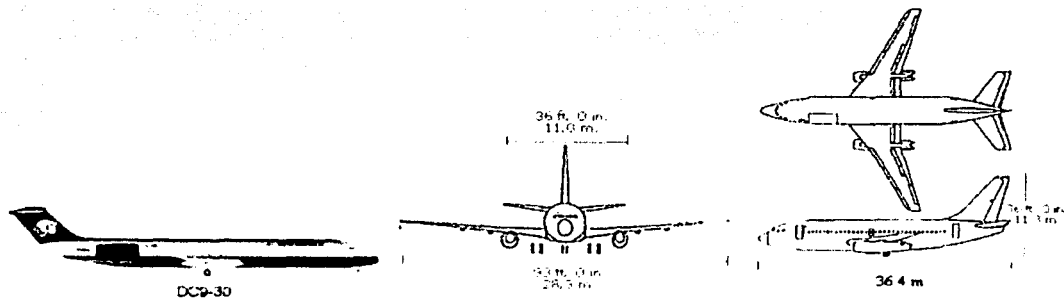


Fig. 3.2.- Características aeronave DC-9-30, www.boeing.com

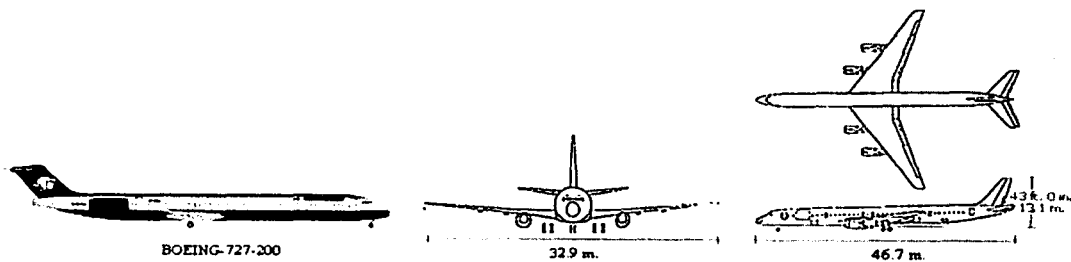


Fig. 3.3.- Características aeronave B-727-200, www.boeing.com

- ◆ Pistas .- Existe una sola pista con designación 13-31, de 1900 m de longitud y 45 m de ancho, la cual esta construida de concreto asfáltico y tiene una pendiente longitudinal promedio del 1%.

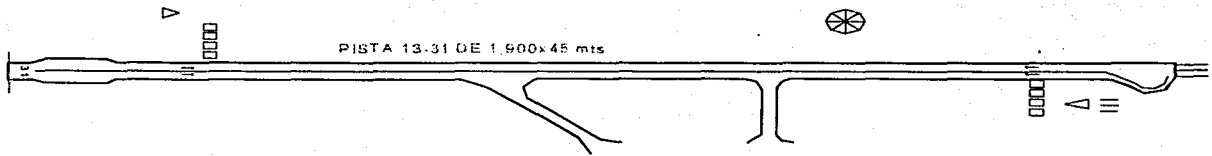


Fig. 3.4.- Pista 13-31, zona aeronáutica, Aeropuerto de Reynosa

- ◆ Calles de Rodaje .- Rodaje A (Alfa) con una longitud de 230 m y 23 m de ancho; y B (Bravo) con longitud de 170 m y 23 m de ancho. Ambas superficies de los rodajes están construidas de concreto asfáltico.

La capacidad actual de estos dos elementos se estima en 18 operaciones por hora, y están proyectados para soportar una aeronave del tipo B727.

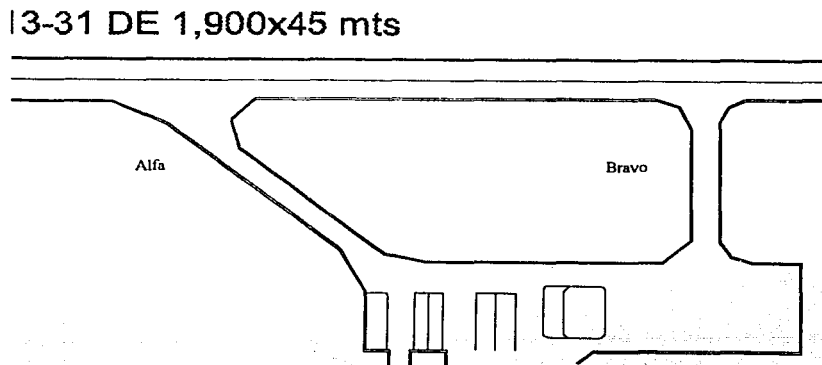


Fig. 3.5.- Rodajes Alfa y Bravo, zona aeronáutica, Aeropuerto de Reynosa

- ◆ Plataforma de aviación comercial .- Construida en concreto asfáltico, con una superficie de 16,200 m² y 3 hidrantes para suministro de combustible. La capacidad actual es de 3 posiciones simultaneas, las cuales no son de contacto. Las aeronaves se estacionan en ángulo con respecto a la alineación del edificio de pasajeros y salen de la posición por propio impulso, sin la ayuda de tractores. El parámetro de diseño teórico de este elemento es de 5,400 m²/posición, el cual es resultado de la relación de la superficie de la plataforma entre el número de posiciones simultaneas.

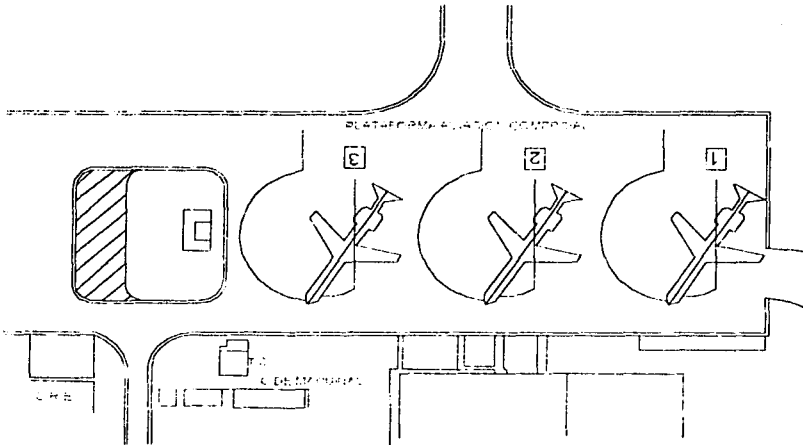


Fig. 3.6.- Plataforma Comercial , zona aeronáutica, Aeropuerto de Reynosa

- ◆ Plataforma de aviación general .- construida de concreto asfáltico, con una superficie de 12,000 m². El suministro de combustible a las aeronaves se realiza mediante autotanque. El número de posiciones y hangares para la aviación general son de 15 y 3, respectivamente. Su parámetro teórico de diseño resulta ser de 800.0 m²/posición.

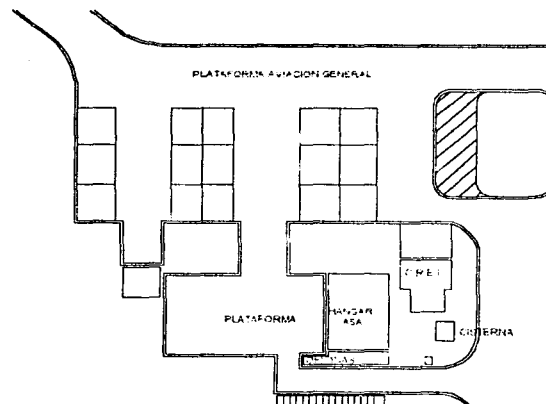


Fig. 3.7.- Plataforma General , zona aeronáutica, Aeropuerto de Reynosa

Zona Terminal (Terrestre)

◆ Edificio de Pasajeros

Constituido por un edificio de 1,140 m², de una sola planta, donde teóricamente se pueden atender 143 pasajeros en las horas pico o de mayor movimiento, resultando un parámetro de diseño teórico de 8.0 m²/pax/hr.

Aquí se localizan los siguientes elementos principales con sus correspondientes superficies:

Vestíbulo general	291 m ²
Vestíbulo de documentación	53 m ²
Sala de última espera	313 m ²
Sala de reclamo de equipaje	110 m ²
Vestíbulo de bienvenida	31 m ²
Concesiones	99 m ²
Oficinas	191 m ²
Áreas complementarias	208 m ²

El nivel de servicio baja cuando el número de pasajeros sobrepasa a los 143 pasajeros por hora pico.

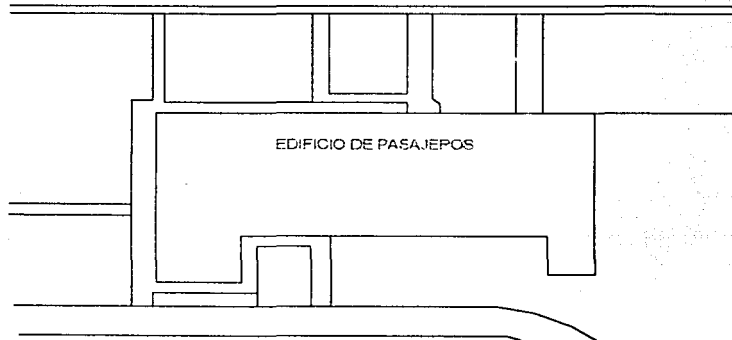


Fig. 3.8.- Edificio de Pasajeros, zona terrestre, Aeropuerto de Reynosa

Para los tramites de salida, los pasajeros deben utilizar las zonas de documentación y boletaje, revisión de seguridad, migración, en caso de tener destino internacional y salas de última espera. Para atender estos trámites se tienen los siguientes elementos:

- Vestíbulo de documentación y boletaje
 - 8 mostradores
 - 2 básculas
- Revisión de seguridad
 - 2 detectores de metales
 - 5 detectores portátiles de metales
 - 2 detector de explosivos
- Migración
- Salas de ultima espera

Los pasajeros de arribo al aeropuerto de Reynosa deben transitar por sanidad, migración y aduana, en caso de proceder de un origen internacional, reclamo de equipaje y vestíbulo de bienvenida, para posteriormente abandonar el aeropuerto.

El área de concesiones brinda servicio tanto a los pasajeros de salida como, los de llegada, de esta manera el área destinada a la concesión tiene la siguiente distribución:

- 8 Locales Comerciales
- 4 Renta de autos
- 2 Transporte terrestre
- 1 Restaurante-Bar
- 2 Carteleras

El edificio cuenta con 10 sanitarios y 3 teléfonos públicos, para ofrecer los servicios básicos a los pasajeros.

◆ Servicios de apoyo

Para el control de tránsito aéreo de superficie, terminal y de aproximación, el aeropuerto de Reynosa cuenta con una torre de control, cuya cabina se localiza a una altura de 11 m sobre el nivel del piso terminado.

El Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI) forma parte de los servicios de apoyo al aeropuerto, realizando las siguientes actividades: servicio de ambulancia, conservación del equipo de apoyo y mantenimiento del equipo extinción y detección de incendios. Su tarea fundamental es salvaguardar la seguridad de los usuarios así como las operaciones e instalaciones aeroportuarias en caso de siniestro.

La infraestructura con que cuenta son oficinas y cobertizo; para el equipo de incendio 1 John Bean; 2 ambulancias para evacuación; 1 Unimog para rescate y 1 Ford; y 2 carros cisterna como vehículos de apoyo.

Por otra parte para el suministro de combustible existen tres tanques; dos son para turbosina con capacidad de 240,000 y 90,000 lts, respectivamente; uno para gas-avión 100-130 de 110,000 lts de capacidad; y para el abasto y distribución de combustible se cuenta con hidrantes en la plataforma de aviación comercial y el abastecimiento de combustible para aeronaves de aviación general se realiza través de autotanques. El sistema contra incendio de esta zona esta integrado por un tanque para agua de 50,000 lts.

Para las operaciones de aproximación y de despegue de las aeronaves, el aeropuerto de Reynosa esta equipado con ayudas visuales y radioayudas.

Ayudas visuales

Sistema	Designación	Lámparas instaladas
Luces de borde de pista	13-31	78
Luces de borde de rodaje	A,B	68
Luces de aproximación	31	51
Luces de destello	31	7
Sistema PAPI	13-31	16
Cono de viento	13-31	10

Faro giratorio	TW	1
Señalamiento vertical iluminado	13-31 – A,B	8
Punto de espera en rodaje	A,B	2
Umbrales	13-31	22
Barra de ala	31	10

Radioayudas

Radio faro Omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR/DME)

Como otros servicios de apoyo el aeropuerto cuenta con las siguientes subestaciones y plantas para proporcionar energía eléctrica de emergencia, cuando falla el suministro; y estructuras que apoyan la operación y mantenimiento del aeropuerto.

Subestaciones Eléctricas:

Área de Servicio	Capacidad (KVA)
Ayudas visuales	350 (amps)
Servicios Generales	600 (amps)
Zona de Combustible	225 (amps)

Plantas de Emergencia:

Área de Servicio	Capacidad (KW)
Ayudas visuales	100
Edificio terminal	50
Zona de Combustible	50

Estructuras anexas:

Edificio anexo de 133 m²

Casa de maquinas con superficie de 312 m²

En 1999 se presupuestaron inversiones por \$2.0 millones de pesos relacionadas principalmente con la construcción de una planta de tratamiento de agua y otras obras menores².

Por último en cuanto a servicios de apoyo, existen en el aeropuerto los servicios contratados para la seguridad, limpieza y comisariato.

Transporte de personal
 Comedor de empleados
 Servicio de vigilancia
 Servicio de limpieza

² Programa de Inversiones, Aeropuerto de Reynosa, www.asa.com.mx

◆ Red Vial General

- ◆ Camino de acceso: la vialidad de acceso al aeropuerto tiene dos carriles de 0.75 km de longitud y 6.40 m de sección; con capacidad teórica para atender 1,500,000 pasajeros anuales, lo cual resulta un parámetro de diseño teórico de 16carriles/1.5Mpax/año.

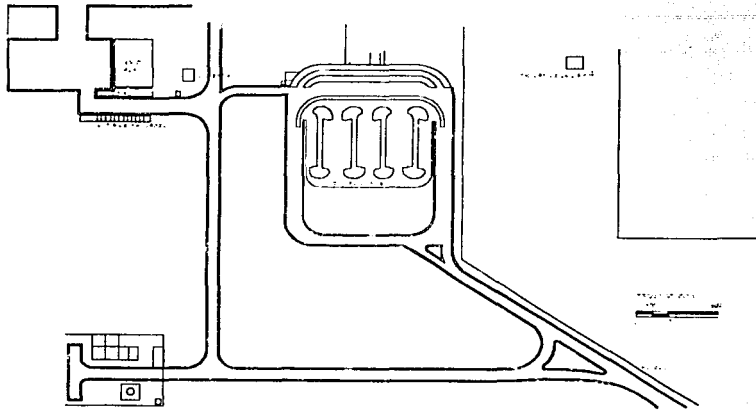


Fig. 3.9.- Accesos y vialidades., zona terrestre, Aeropuerto de Reynosa

- ◆ Estacionamiento para automóviles de pasajeros de aviación comercial: con una superficie de 6,550 m², para alojar 144 espacios (cajones) incluyendo circulaciones y banquetas. Su parámetros de diseño teóricos son de 0.8 espacio/pax/hr y de 57 m²/espacio.

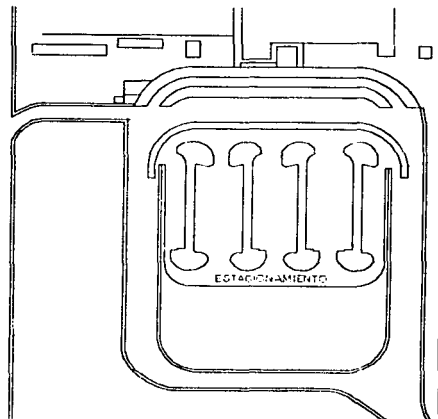


Fig. 3.10.- Estacionamiento. zona terrestre, Aeropuerto de Reynosa

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA

La distribución general de la explotación comercial actual de la zona terminal se presenta en la siguiente tabla. Donde se muestra que el número total de contratos en concesión son 10, aportando un ingreso anual de \$449,580.24; y donde también se observa la ausencia de instituciones bancarias. Por otra parte también se presentan detalladamente la distribución de cada giro comercial, superficie, renta mensual, total mensual e ingresos totales anuales.

Distribución de la Explotación Comercial

Giro Comercial	Numero de Contratos	Superficie [m2]	Renta Mensual 1999
Locales Comerciales	1	24	\$ 11,303.11
Alimentos y bebidas	1	73	\$ 3,415.00
Arrendadora de autos	4	8	\$ 17,763.00
Instituciones bancarias y agencias aduanales			
Espacios publicitarios	1		\$ 246.00
Transportación terrestre y estacionamiento	3	6550	\$ 4,737.91
Total Mensual	10	6655	\$ 37,465.02
Total Anual	10	6655	\$ 449,580.24

Locales Comerciales

Arrendatario	Giro	Superficie [m2]	Renta Mensual 1999
Fragancia del mundo S.A. de CV.	Venta de Perfumería fina	24	\$ 11,303.11
Total Mensual	1 Contrato	24	\$ 11,303.11
Total Anual	1 Contrato	24	\$ 135,637.32

Alimentos y Bebidas

Arrendatario	Giro	Superficie [m2]	Renta Mensual 1999
Zavala Rangel Víctor	Restaurante	73	\$ 3,415.00
Total Mensual	1 Contrato	73	\$ 3,415.00
Total Anual	1 Contrato	73	\$ 40,980.00

Arrendadora de Autos

Arrendatario	Giro	Superficie [m2]	Renta Mensual 1999
Arrendadora de Autos Matamoros S.A. de CV.	Renta de Autos	2	\$ 4,443.48
Montero Gómez Olga Adriana	Renta de Autos sin chofer	2	\$ 4,386.70
Páez Automotriz de Reynosa S.A de C.V.	Renta de Autos	2	\$ 4,433.48
Voyager Rent a Car S. A de C.V.	Renta de Autos	2	\$ 4,500.00
Total Mensual	4 Contratos	8	\$ 17,763.66
Total Anual	4 Contratos	8	\$ 213,163.92

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA

Espacios Publicitarios

Arrendatario	Giro	Bien	Renta Mensual 1999
Unidad de Diseño y Comunicación S.A de C.V.	Publicidad interior	2 marcospublicitarios	\$ 246.00
Total Mensual	1 Contrato	2	\$ 246.00
Total Anual	1 Contrato	2	\$ 2,952.00

Transporte Terrestre y Estacionamiento

Arrendatario	Giro	Superficie [m2]	Renta Mensual 1999
Contreras Moreno Antonio	Estacionamiento	6550	\$ 1,098.35
García Becerra Juventino	Transporte terrestre de pasajeros	Acceso a zona federal	\$ 1,742.94
Reyes González Ma. de la Luz	Transporte terrestre de pasajeros	Acceso a zona federal	\$ 1,896.62
Total Mensual	4 Contratos	6550	\$ 4,737.91
Total Anual	4 Contratos	6550	\$ 56,854.92

III.3 Detección de las necesidades de ampliación de la infraestructura aeroportuaria.

Una vez definido el horizonte de planeación en valores de demanda (año 2015) y haciendo uso de los pronósticos de demanda y de los parámetros de diseño, determinados con base en las normas de carácter internacional; se detectaron las necesidades de ampliación de cada uno de los principales elementos del aeropuerto.

El análisis de demanda-capacidad se efectúa con la finalidad de establecer los períodos en que habrán de realizarse obras de ampliación y/o construcción de nuevas instalaciones que satisfagan las necesidades de confort y seguridad y de esta manera equilibrar la capacidad de la infraestructura³.

Cálculos horarios

Con base en el movimiento registrado en 1998 se presenta una distribución de pasajeros por hora (promedio anual).

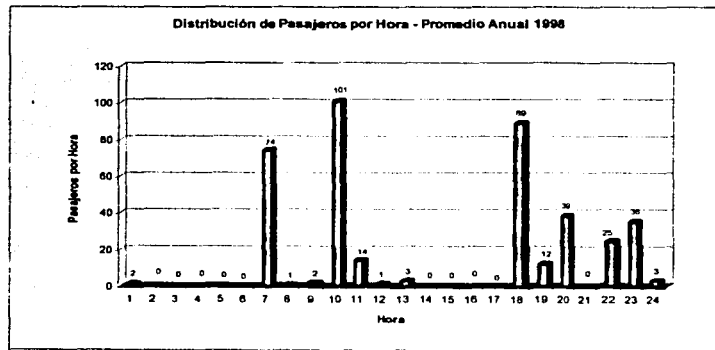


Fig. 3.11.- Distribución de pasajeros horarios, Aeropuerto de Reynosa

El período de horas con más afluencia de pasajeros fue el comprendido entre las 7:00 y 11:00 horas, dentro del cual se llegan a presentar 178 pasajeros de salida y de llegada, habiendo detectado que de 7:30 a 10:30 hr es cuando más se congestiona el edificio y el nivel de servicio se reduce, con 100.9 pasajeros de salida y llegada, distribuidas en las diferentes áreas de la terminal.

La distribución de las operaciones por hora tienen el mismo comportamiento que la distribución de los pasajeros por hora. El mayor número de operaciones registradas fue de 1.61 operaciones por hora pico.

³ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

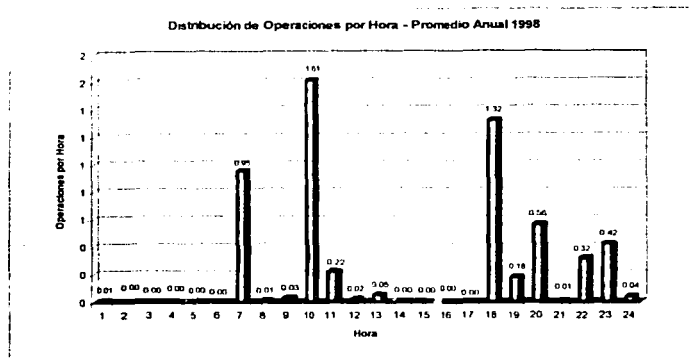


Fig. 3.12.- Distribución de operaciones horarias, Aeropuerto de Reynosa

El número de despegues y aterrizajes marca, en todo centro de comunicaciones aéreas, la intensidad del tránsito, y es otro de los factores que fijan las características del mismo. Esta íntimamente ligado al movimiento de pasajeros y depende exclusivamente de él.

Pasajeros horarios

A través de los modelos obtenidos con los cálculos horarios se puede hacer una estimación de los pasajeros horarios para el horizonte de planeación. Esta estimación fue hecha por el Sistema Estadístico Aeroportuario hasta el horizonte de planeación del año 2015. Sin embargo en este trabajo se propone la siguiente metodología para estimar la capacidad de los pasajeros horarios y así poder compararla con las estimación del SEA.

Metodología a desarrollar:

Con la ayuda de los cálculos horarios del año 1998 se sabe que el número de pasajeros en horas pico fue de 101 pax/hor_{pico}, también conocido el número de pasajeros anuales de ese año 130,326 pax/año, se obtiene un factor F

$$F = \frac{130326}{101} = 1290.4 \left[\frac{\text{pax/año}}{\text{pax/hora}_{\text{pico}}} \right],$$

y de esta manera se puede calcular los pasajeros horarios para cada año dividiendo el número de pasajeros anuales entre el factor F obtenido anteriormente. Cabe mencionar que este desarrollo es válido si no cambia el número de pasajeros por avión.

La siguiente tabla muestra el pronóstico de pasajeros por hora en el período del 2000 hasta el 2015 estimado por el SEA, y por otra parte la estimación de los pasajeros horarios calculada con el método descrito anteriormente. La grafica de la derecha muestra las dos curvas de las estimaciones donde se puede observar una significativa separación entre estas hasta el año 2004, y durante el resto del período la curva calculada muestra la misma tendencia que la curva estimada por el SEA. La toma de decisión para usar los datos de pasajeros por hora de la estimación calculada con el método realizado, se hizo al concluir que los datos del pronóstico de pasajeros anuales del SEA fueron descartados en el capítulo II por carecer de veracidad en los

primeros años de su estimación. Sin embargo la curva de pasajeros horarios estimada por el SEA ayudó a fortalecer la metodología utilizada para calcular los pasajeros horarios.

De las estimaciones de pasajeros horarios calculados se puede resumir que en el año de 2000 se registraron 128 pasajeros por hora_{pico} estimándose un crecimiento del 10.3% como Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) hasta el año 2005 donde se esperan 208 pasajeros por hora. El crecimiento de pasajeros por hora se estima que disminuya para los siguientes años y final del período de planeación con una TMAC del 2.1% esperándose 234 y 255 pasajeros por hora para el año 2010 y 2015, respectivamente.

Año	Pax	Pronóstico SEA Pax/hr	Pronóstico Calculado Pax/hr
2000	165,001	208	128
2001	187,976	212	146
2002	213,236	216	165
2003	235,128	220	182
2004	253,652	224	197
2005	268,808	228	208
2006	280,596	232	217
2007	289,016	236	224
2008	294,069	240	228
2009	298,000	244	231
2010	301,932	248	234
2011	307,892	252	239
2012	313,633	256	243
2013	319,158	261	247
2014	324,469	265	251
2015	329,570	269	255

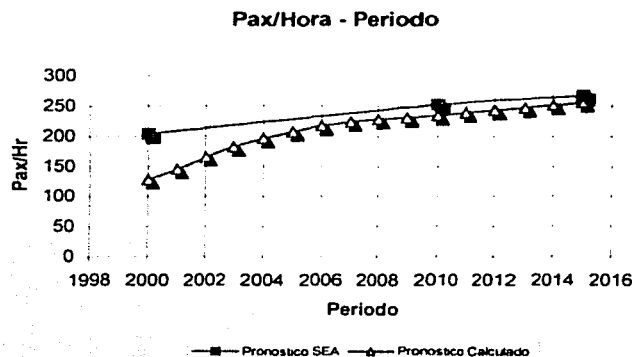


Fig. 3.13.- Curvas de pronósticos, pasajeros por hora

Operaciones horarias

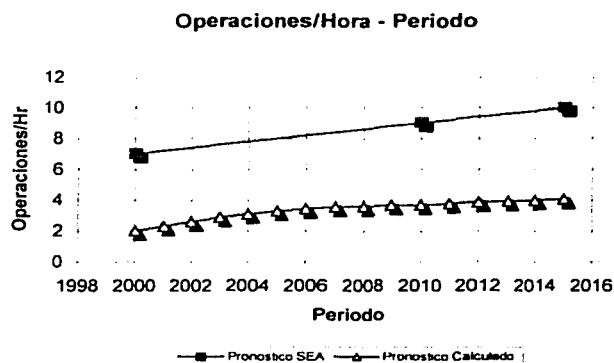
Para operaciones horarias se procede en forma análoga a pasajeros horarios utilizando la misma metodología desarrollada pero con un valor de 1.61 oper/hora_{pico} y con 7,719 operaciones totales en el año de 1998 se obtiene el factor F, y al dividir los datos del pronóstico de operaciones por año entre el factor obtenido, se puede estimar la demanda de operaciones por hora.

La tabla siguiente presenta la proyección de las operaciones por hora hasta el año 2015 tanto de estimaciones del SEA como la calculada. Se observa bastante dispersión entre las dos curvas, sin embargo los datos en los que se apoyaran serán los de la curva calculada, ya que la distribución de operaciones por hora fue dato utilizado en la metodología para obtener a ésta.

Los datos muestran que en el 2000 se presentaron 2 operaciones en hora pico, mientras que para los siguientes siete años se estima que haya un crecimiento del 8.4% de TMAC por lo cual se espera que en el año 2007 se espera una demanda de 4 operaciones por hora. Los siguientes años restantes al horizonte de planeación se estima un decremento en la tasa de crecimiento de la demanda de operaciones por hora, esperándose 4 operaciones por hora hasta el año 2015, lo cual representa una TMAC de 1.7%

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA

Año	Operaciones	Pronóstico SEA Oper/hr	Pronóstico Calculado Oper/hr
2000	9,773	7	2
2001	11,134	8	2
2002	12,630	8	3
2003	13,926	8	3
2004	15,023	8	3
2005	15,921	8	3
2006	16,619	8	3
2007	17,118	8	4
2008	17,417	9	4
2009	17,650	9	4
2010	17,883	9	4
2011	18,236	9	4
2012	18,576	9	4
2013	18,908	10	4
2014	19,218	10	4
2015	19,520	10	4



Una vez definido la capacidad actual de cada elemento principal en el aeropuerto, se presenta un resumen con la capacidad requerida hasta el horizonte de planeación para detectar de manera muy especial aquellos elementos que rebasan los límites de la capacidad actual, de acuerdo a los niveles de servicio adoptados.

El análisis de demanda-capacidad se efectúa con la finalidad de establecer los períodos en que habrán de realizarse obras de ampliación y/o construcción de nuevas instalaciones que satisfagan las necesidades de confort y seguridad y de esta manera equilibrar la capacidad de la infraestructura⁴.

La siguiente tabla muestra los elementos con su capacidad actual y la requerida hasta el año 2015, además de presentar en el caso de la plataforma y edificio de pasajeros la superficie requerida en el año correspondiente. Estos valores fueron obtenidos al aplicar las normas y parámetros de diseño establecidas para este aeropuerto. Como ejemplo, en el caso del edificio de pasajeros se establece como parámetro de diseño una superficie de 20 m²/pax, multiplicando este parámetro por el número de pasajeros horarios del promedio anual que se espera en el año 2005 (208 pax/hor), resulta una superficie requerida para ese año de 4,160 m²; y así también se aplica el mismo criterio a los demás elementos de la zona aeronáutica y de la zona terminal.

⁴ Aeropuertos y Servicios Auxiliares. " Sistema Estadístico Aeroportuario ". Edición 1996.

Campo Aéreo (Zona Aeronáutica)

Pistas – Rodajes

La tabla de resumen y la gráfica de la derecha muestran que las operaciones por hora tienen capacidad para ser atendidas en cualquier año del horizonte de planeación. La capacidad actual de las operaciones por hora son de 18. Sin embargo el máximo número de operaciones por hora requeridas hasta el año 2015 serán 4. Por lo tanto la pista abastece y seguirá abasteciendo las operaciones de las aeronaves sin la necesidad de realizar una ampliación o construcción de alguna otra pista adicional.

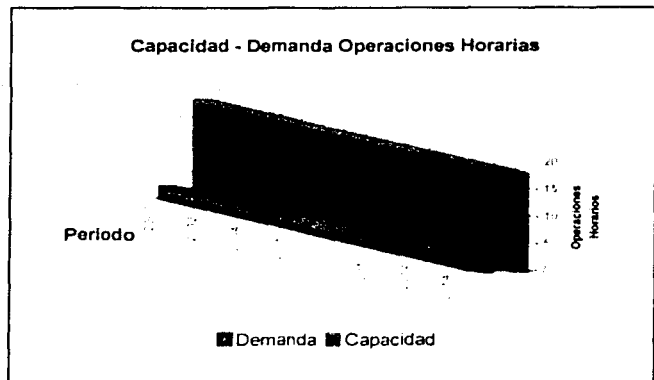


Fig. 3.16.- Capacidad- Demanda, Operaciones horarias, Aeropuerto de Reynosa

Plataforma Comercial – Posiciones Simultáneas y Superficie

La figura 3.17 muestra las posiciones simultáneas requeridas durante el horizonte de planeación, así como la capacidad actual de las posiciones simultáneas para la aviación comercial. Como se puede observar la capacidad requerida está por debajo de la capacidad actual y solo muestra el incremento de una posición más en el año 2005, quedando una más sin utilizar durante el horizonte de planeación.

Teóricamente la capacidad instalada puede abastecer a tres posiciones simultáneas; de acuerdo al parámetro teórico obtenido de 5,400 m²/posición (resultado de la capacidad instalada de superficie entre el número total de posiciones); en condiciones y niveles de servicios escasos y demasiados bajos, es decir, las aeronaves no pueden maniobrar libremente para entrar y salir de la plataforma; determinándose que con este parámetro, de acuerdo con las normas y parámetros, no cumple con los de diseño. Por lo cual para el análisis de la capacidad-demanda se proyectó con el parámetro de diseño adoptado de 8,000 m²/posición.

La figura 3.18 muestra la capacidad actual de superficie en plataforma comercial y la requerida durante el horizonte de planeación. La demanda de superficie tendrá capacidad hasta el último año del horizonte de planeación con un total de 16,200 m² para dos posiciones simultáneas (16,000 m²).

De lo anterior se concluye que la superficie de plataforma instalada solo dará capacidad a la demanda de posiciones simultáneas (dos posiciones), con niveles de servicio satisfactorios y adecuados para las maniobras de las aeronaves. Por lo cual durante el horizonte de planeación no habrá necesidad de ampliación para dar capacidad a la tercera posición simultánea teórica.

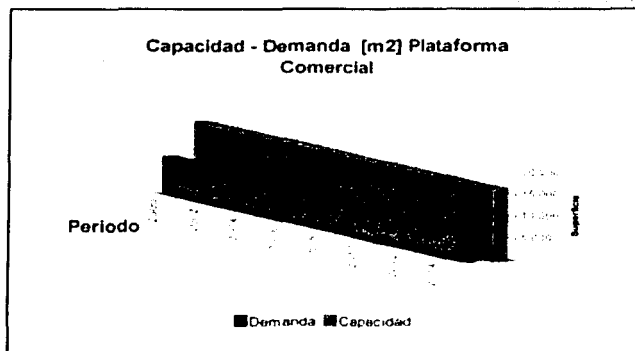
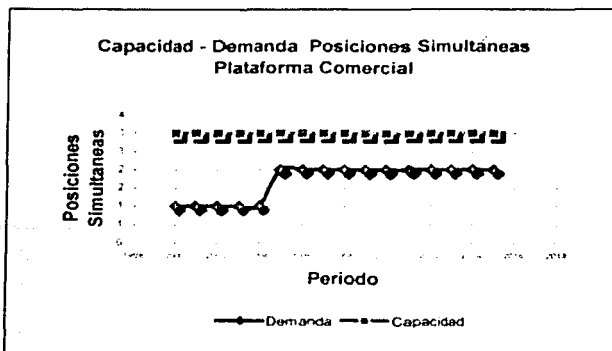


Fig. 3.17.- Capacidad-Demanda, plataforma comercial, posiciones simultaneas

Fig. 3.18.- Capacidad-Demanda, plataforma comercial, superficie

Plataforma General – Posiciones Simultáneas y Superficie

La plataforma general tiene un comportamiento un poco semejante al de la plataforma comercial, el grafico de la izquierda muestra que la capacidad actual de posiciones simultaneas para las aeronaves de la aviación general es de 15 con una superficie de 12.000 m², resultando un parámetro de 800 m²/posición, el cual esta limitado respecto a el parámetro de diseño adoptado, produciendo niveles de servicio bajos cuando se llegue utilizar las quince posiciones simultáneamente. Sin embargo se pronostica que durante el horizonte de planeación habrá una demanda máxima de 12 posiciones simultaneas, requiriendo de una superficie de 12.000 m² al proyectar con el parámetro de diseño de 1,000 m²/posición (Figura de la derecha).

De lo anterior se concluye que las quince posiciones no se presentaran y se podrá ofrecer un nivel de servicio aceptable para las 12 posiciones, pronosticadas para el horizonte de planeación, utilizando toda la superficie de la plataforma general, sin la necesidad de ampliarla o reducir el nivel de servicio.

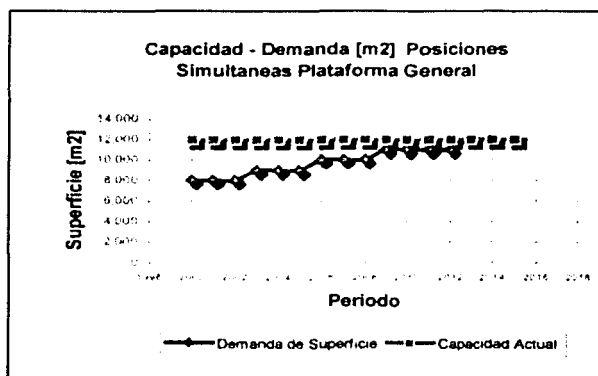


Fig. 3.19.- Capacidad-Demanda, plataforma general, posiciones simultaneas

Fig. 3.20.- Capacidad-Demanda, plataforma general, superficie

Estructuras y sistemas para la operación del centro distribuidor de carga

En el primer capítulo se observó que existe un potencial de crecimiento con un área de influencia amplia para el desarrollo del aeropuerto, mediante la creación de un centro distribuidor de carga, que cumpla las funciones de agilizar y facilitar los trámites aduanales a las empresas exportadoras e importadoras que manejen grandes volúmenes de carga por el sistema de transporte aéreo o para las empresas encargadas de la logística y del transporte multimodal. De la misma manera se estudió la demanda de volumen para el movimiento de carga necesaria que explote este potencial de crecimiento, obteniéndose tasas de crecimiento altas para lograr el objetivo. Para lo cual se tiene que proporcionar infraestructura para llevar a cabo el propósito mediante un plan de desarrollo.

Para cumplir con los objetivos operacionales y administrativos del centro distribuidor de carga, existe la necesidad de ampliar y construir nuevas estructuras y sistemas de la zona aeronáutica, entre los más importantes se estudiarán los siguientes:

- **Ampliación de la Flota de Aviones**
La flota actual de aeronaves es suficiente para satisfacer las necesidades operacionales de pasajeros y la poca carga que se mueve. Sin embargo a nivel de propuesta del centro distribuidor de carga como plan maestro, la adición de una aeronave mas grande es necesaria para cubrir las necesidades del centro distribuidor de carga.
- **Ampliación y Refuerzo de la Pista 13-31**
La necesidad de ampliación y de refuerzo de la pista obedece a la adición de una nueva aeronave para manejar el volumen del movimiento de carga aéreo. En el siguiente capítulo se estudiará y se analizará los aspectos técnicos, de pavimentos y de impacto ambiental, para cumplir con las disposiciones y normas para el diseño de aeropuertos.
- **Construcción de una plataforma especial para carga**
La plataforma para la aviación comercial mostró no tener ningún problema en la utilización de las posiciones con respecto al pronóstico de pasajeros, ya que la flota actual solo utilizará dos de tres posiciones durante el horizonte de planeación. Sin embargo, como ya se mencionó, la nueva estrategia para el movimiento de carga propone la adición de una aeronave más a la flota y una plataforma exclusiva para el movimiento de carga.
La plataforma comercial actual puede funcionar al mismo tiempo como plataforma para embarque y desembarque de carga, sin embargo, lo que se pretende es independizar las operaciones de embarque y desembarque de carga con respecto al movimiento de pasajeros. Cabe recordar que la mayoría de la carga se mueve en aviones de pasajeros, salvo en rutas específicas con altos volúmenes de carga.
El área requerida para plataformas y maniobras de las aeronaves depende de:
 - Tipo de plataforma
 - Del ángulo de estacionamiento o del tipo de maniobra que pueden ser: autónoma (propia del avión) y arrastrado por tractor (con ayuda de un vehículo motorizado en tierra).

- De la forma del área que puede ser: rectangular, circular, y semicircular⁵.

Las dimensiones de las plataformas se establecen en base al área que cada avión necesita para poder realizar óptimamente todas sus operaciones, con la mayor seguridad posible. De las áreas que se deben tomar en cuenta se distinguen las siguientes:

- ◆ Área requerida para maniobra del avión.
- ◆ Área de seguridad con respecto a las operaciones de otros aviones.
- ◆ Área de seguridad con respecto al edificio de pasajeros.
- ◆ Área de circulación de los pasajeros a plataforma.
- ◆ Área de evolución y estacionamientos de los equipos en tierra
- ◆ Área ocupada por el avión.

Así, la superficie requerida para la nueva plataforma de carga se determina utilizando el parámetro de diseño adoptado de 8,000 m²/posición, el cual incluye las áreas mencionadas anteriormente. Se estima que con dos posiciones será suficiente para realizar simultáneamente el desembarque y embarque de carga para el movimiento pronosticado, ya que las mismas operaciones de las aeronaves que se realizaran en la plataforma comercial serán suficientes para manejar el volumen de carga propuesto, por lo cual la superficie para la plataforma de carga tiene que ser de 16,000 m².

- Construcción de nueva calle de rodaje C "Charlie"
Dadas las condiciones del tránsito en la zona aeronáutica, y a la agilización de las aeronaves que se dirigirán directamente a la plataforma de carga, es necesario de abastecer de un rodaje de salida que la comunique e independice de la plataforma comercial.

Zona Terminal (Terrestre)

Estructuras para la administración del Centro Distribuidor de Carga

Las ampliaciones y construcciones de la infraestructura en la zona aeronáutica para el centro distribuidor de carga, al mismo tiempo hacen necesario la construcción de instalaciones y edificaciones para la administración y operación del movimiento de carga, ya que estas tienen por objeto recolectar las mercancías, almacenarlas, condicionarlas, cargarlas a bordo de los aviones y tratar los procedimientos documentales. Es conveniente considerar que al lograr un gran desarrollo en las instalaciones, éstas deben contar con medios mecánicos de carga rápida y estandarizada, empleo de contenedores, sistema electrónico para la identificación,

⁵ Ruiz Luis Gabriel, "Planeación y construcción de aeropuertos". FI UNAM. México 2001.

almacenamiento de mercancías y de paquetes, así como las necesidades de áreas para poder instalar los equipos, oficinas para poder realizar las operaciones de aduanas requeridas.

Almacenes para bodegas y Edificio para administración

La superficie requerida para la administración del centro distribuidor de carga se determinara con el parámetro de 0.25m²/ton y 0.125m²/ton para almacenes y edificio, respectivamente, de las compañías tramitadoras. Así se espera que para el horizonte de planeación se llegue a manejar un volumen de 13,766.4 ton. de carga, resultando una superficie aproximada de 3,500.0 m² y 1,700.0 m² para los almacenes y edificio, respectivamente.

	(TON)	[m ²]	
2000	261 0	65 25	32 625
2001	313 2	78 3	39 15
2002	563 8	140 9	70 5
2003	1043 0	260 7	130 4
2004	1981 6	495 4	247 7
2005	3864 2	966 0	483 0
2006	7728.3	1932.1	966.0
2007	8501 1	2125 3	1062 6
2008	9351 2	2337 8	1168 9
2009	10286 4	2571 6	1285 8
2010	11315.0	2828.8	1414.4
2011	11767 6	2941 9	1471 0
2012	12238 3	3059 6	1529 8
2013	12727 8	3182 0	1591 0
2014	13237 0	3309 2	1654 6
2015	13766.4	3441.6	1720.8

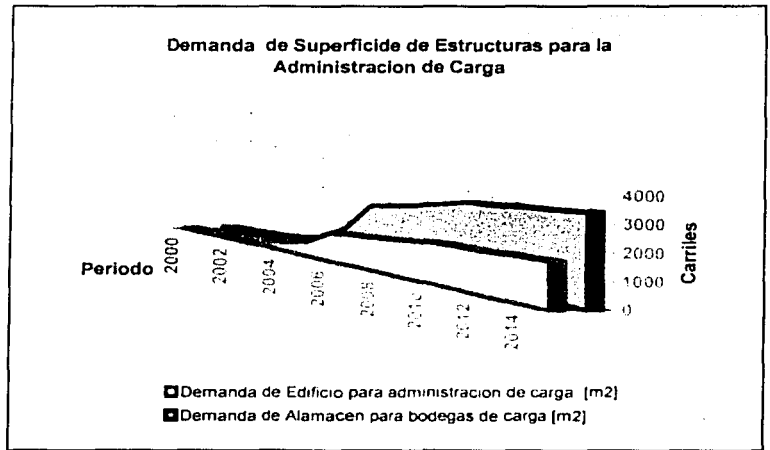


Fig. 3.21.- Demanda de Superficie. Estructuras CDC

Edificio de Pasajeros

La demanda de pasajeros por hora en el edificio de pasajeros comenzó a ser mas alta que la capacidad instalada desde el año pasado, ya que actualmente se están presentando 165 pax/hr y teóricamente se tiene capacidad para 143 pax/hr con una superficie de 1.140 m² de acuerdo al parámetro teórico de 8 m²/pax/hr.

Al realizarse la proyección de superficie con el parámetro de diseño adoptado de 20 m²/pax/hr la capacidad queda muy reducida, indicando mediante una estimación que las áreas del edificio de pasajeros comenzaron a congestionarse en las horas pico desde principios de 1990.

Año	Capacidad		[Pax/hr]	[m ²]
	[Pax/hr]	[m ²]		
2000	143	1,140	128	2,557
2001	143	1,140	146	2,914
2002	143	1,140	165	3,305
2003	143	1,140	182	3,644
2004	143	1,140	197	3,932
2005	143	1,140	208	4,166
2006	143	1,140	217	4,349
2007	143	1,140	224	4,480
2008	143	1,140	228	4,558
2009	143	1,140	231	4,619
2010	143	1,140	234	4,680
2011	143	1,140	239	4,772
2012	143	1,140	243	4,861
2013	143	1,140	247	4,947
2014	143	1,140	251	5,029
2015	143	1,140	255	5,106

Lo anterior indica que durante la década pasada (1990-2000) el edificio de pasajeros estuvo operando con niveles de servicio muy bajos e inadecuados, al haber ASA proyectado con un parámetro de 8 m²/pax/hr y al haber estimado que tendrían capacidad con niveles de servicios óptimos hasta el principios del año 2000.

Por lo cual este elemento requiere de una planeación para recuperar su capacidad y satisfacer la demanda de los próximos años hasta el ultimo año del horizonte de planeación. Para lo cual se requiere ampliar el edificio de pasajeros con una superficie de mas de tres veces la superficie actual, es decir, de 1.140 m² se requieren otros 3.968 m² para llegar a tener una capacidad instalada de 5,108 m² al final del horizonte de planeación.

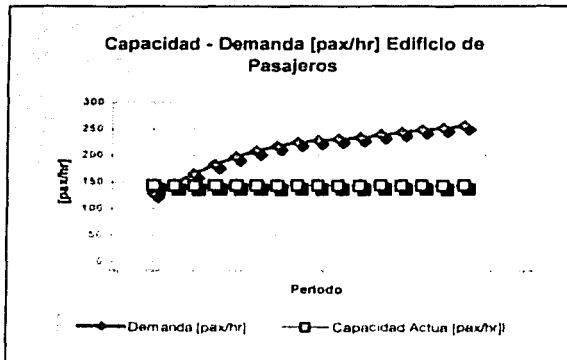


Fig. 3.22.- Capacidad-Demanda, Edificio de pasajeros, pax/hr

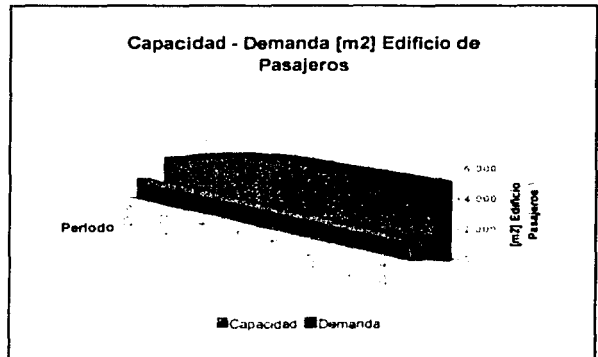


Fig. 3.23.- Capacidad-Demanda, edificio de pasajeros, superficie

Estacionamiento de Pasajeros y empleados

El calculo para la estimación de la demanda de estacionamiento de pasajeros y empleados se realizo con el parámetro de diseño adoptado de 0.4 espacio (cajón) de estacionamiento de aviación comercial/pasajero en la hora critica. Con las estimaciones de los pasajeros por hora critica, ya calculadas, se obtiene también una estimación de los espacios (cajones) necesarios durante el horizonte de planeación. De la misma manera con el parámetro de diseño adoptado de 30 m² para estacionamiento de automóviles de los pasajeros y empleados, se obtiene una estimación en superficie de estacionamiento demandada.

Como se observa en la tabla de la izquierda y en la figura 3.24, la capacidad en superficie y espacios (cajones) de estacionamientos para pasajeros y empleados es suficiente para ofrecer un nivel de servicio alto durante el horizonte de planeación y todavía mas allá de este. Actualmente existen 218 espacios (cajones) de estacionamiento para pasajeros y empleados con una superficie de 6.550.0 m²; mientras que la demanda en el año 2000 fue de 51 espacios (cajones), 1,534.0 m²; y se estima que para el 2015 se incremente a 102 espacios (cajones), 3,065.0 m²; sin llegar a rebasar la capacidad. Por lo cual se concluye que el estacionamiento de pasajeros y empleados no requiere ampliaciones ni un nuevo estacionamiento para satisfacer la demanda.

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA

Año	Demanda Pasaje	Demanda de Estacionamiento [cajones]	Capacidad [m2]
2000	128	51	1,534
2001	146	58	1,748
2002	165	66	1,983
2003	182	73	2,187
2004	197	79	2,359
2005	208	83	2,500
2006	217	87	2,609
2007	224	90	2,688
2008	228	91	2,735
2009	231	92	2,771
2010	234	94	2,808
2011	239	95	2,863
2012	243	97	2,917
2013	247	99	2,968
2014	251	101	3,017
2015	255	102	3,065

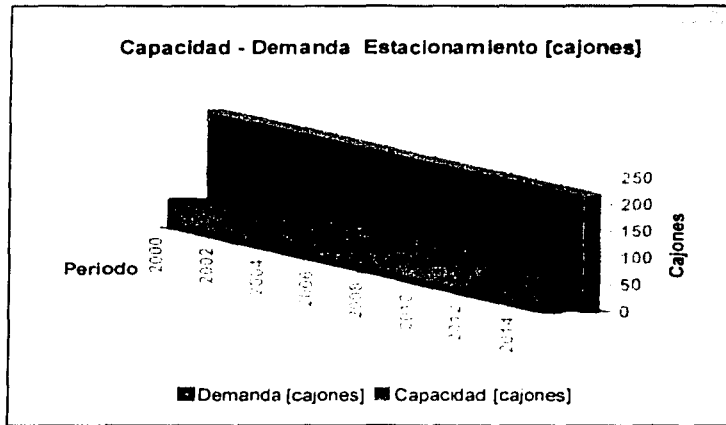


Fig. 3.24.- Capacidad-Demanda, estacionamiento / espacios, zona terrestre

Acceso al Aeropuerto

Las estimaciones de la demanda de carriles de acceso para el aeropuerto se hizo tomando como parámetro de diseño 2 carriles de acceso / 1.5 Millones de pasajeros anuales. De esta manera conociendo el pronóstico de pasajeros anuales se proyecta los carriles hasta el horizonte de planeación.

Año	Demanda Pasajeros	Demanda Carriles	Capacidad [carriles]
2000	165,001	0.220	2
2001	187,976	0.251	2
2002	213,236	0.284	2
2003	235,128	0.314	2
2004	253,652	0.338	2
2005	268,808	0.358	2
2006	280,596	0.374	2
2007	289,016	0.385	2
2008	294,069	0.392	2
2009	298,000	0.397	2
2010	301,932	0.403	2
2011	307,892	0.411	2
2012	313,633	0.418	2
2013	319,158	0.426	2
2014	324,469	0.433	2
2015	329,570	0.439	2

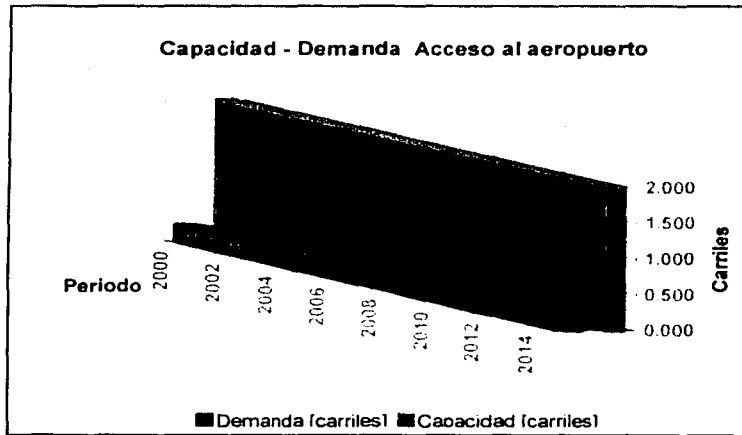


Fig. 3.25.- Capacidad-Demanda, accesos y viabilidades.

Como se puede observa el pronóstico de pasajeros anuales en el año 2015 se estima que sea de 329,570 pasajeros, demandando 0.45 de carril; por lo cual se tendrá la capacidad con los dos carriles existentes para ofrecerles un nivel de servicio satisfactorio.

DEMANDA / CAPACIDAD AEROPUERTO DE REYNOSA

ELEMENTO	UNIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	Parametro de	Parametro de diseño adoptado	CAPACIDAD REQUERIDA														
					2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zona Aeronautica																			
Pista-Rodaje	OPSHR OPShoras	18 86299			2 11.134	3 12.630	3 13.929	3 15.023	3 15.921	3 16.616	4 17.118	4 17.417	4 17.650	4 17.883	4 18.236	4 18.578	4 18.906	4 19.218	4 19.520
Plataforma Aviacion Comercial	M2 POS	16.200 3	5.400 [m ² /pos]	8.000 [m ² /pos]	8.000 1	8.000 1	8.000 1	8.000 1	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2	16.000 2
Plataforma Aviacion General	M2 POSICION	12.000 15	800 [m ² /pos]	1.000 [m ² /pos]	8.000 8	8.000 8	9.000 9	9.000 9	9.000 9	10.000 10	10.000 10	10.000 10	11.000 11	11.000 11	11.000 11	11.000 11	12.000 12	12.000 12	12.000 12
Zona Terminal																			
Edificio Terminal Aviacion Comercial	M2 PAXHR PAX (aerose)	1.140 143 184.521	8 [m ² /paxhr]	18-22 [m ² /paxhr]	2.914 148 187.978	3.375 165 213.236	3.644 182 235.128	3.932 197 253.652	4.156 208 268.808	4.347 217 280.596	4.480 224 289.016	4.558 228 294.069	4.619 231 298.000	4.680 234 301.932	4.772 239 307.892	4.861 243 313.633	4.947 247 319.158	5.029 251 324.459	5.108 255 329.570
Estacionamiento Aviacion Comercial	M2 Espacios (lugares)	6.550 114	0.80 [espacio/paxhr]	0.4 [espacio/paxhr]	1.748 58	1.983 66	2.156 73	2.358 79	2.500 83	2.609 87	2.688 90	2.735 91	2.771 92	2.808 94	2.863 95	2.917 97	2.968 99	3.017 101	3.065 102
			57 [m ² /espacio]	30 [m ² /espacio]															
Acceso Vial	Carriles	2	16 [cam/1.5Mpos/año]	2 [cam/1.5Mpos/año]	0.25	0.28	0.31	0.34	0.36	0.37	0.39	0.39	0.4	0.4	0.41	0.41	0.43	0.43	0.44
Centro Distribuidor de Carga																			
Movimiento de Carga	TON	0			313	554	1.043	1.682	3.854	7.728	8.501	9.351	10.286	11.315	11.768	12.238	12.728	13.237	13.766
Plataforma de carga	M2 POSICION	0 0		8.000 [m ² /pos]	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	16.000	16.000	16.000
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Almacen para bodegas	M2	0		0.25 [m ² /ton carga]	47	85	156	267	580	1.159	1.275	1.403	1.543	1.697	1.785	1.838	1.909	1.955	2.005
Edificio para administracion	M2	0		0.125 [m ² /ton carga]	23	42	78	149	290	580	638	701	771	849	883	918	955	993	1.032

CAPÍTULO IV PROGRAMA DE DESARROLLO.

IV.1 Campo Aéreo (Zona Aeronáutica)

a) Propuesta de ampliación de pistas, rodajes y plataformas.

Del análisis de la demanda-capacidad del aeropuerto realizado en el capítulo anterior se puede concluir que no hay necesidad de ampliar o construir una nueva pista, una plataforma o rodaje en la zona aeronáutica durante el horizonte de planeación establecido.

Sin embargo como ya se estudio en el capítulo III, para operar el centro distribuidor de carga es necesario ampliar las estructuras y sistemas de la zona aeronáutica, así como la construcción de nuevas.

Pistas

Las ampliaciones del sistema de pistas obedece a dos aspectos principales:

- Incremento en la demanda de operaciones respecto a la capacidad de horaria crítica del sistema de pistas y calles de rodaje.
- Incremento del avión máximo operable.

El aspecto del excedente sobre la capacidad horaria crítica del sistema de pista del aeropuerto de Reynosa, como ya se mencionó, no afecta las condiciones actuales que obliguen a un estudio para analizar una ampliación. Sin embargo, el aspecto del incremento del avión máximo operable es esencial para proporcionar mayor confort y capacidad a los pasajeros y volumen de carga, respectivamente, pronosticados a consecuencia del potencial de crecimiento para el desarrollo del aeropuerto.

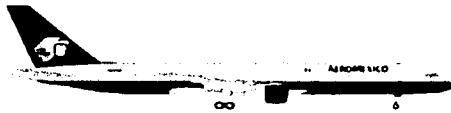
Las estrategias para seguir ofreciendo un nivel de servicio satisfactorio en las operaciones de la pista, para el movimiento de carga proyectado son las siguientes:

- Ampliar la capacidad de la pista con designación 13-31 para operar aeronaves mas grandes que el Boeing 727-200, actualmente en operación y aeronave crítica para la cual se diseño la estructura del pavimento actual .
- Dar capacidad de infraestructura para recibir las aeronaves del tipo Boeing 757-200, que proporcionan mayores volumen para el manejo de carga.
- Mantener la infraestructura actual de la pista y únicamente reforzarla para las condiciones de las aeronaves ya mencionadas.

La características de la nueva flota de aeronaves con la integración del B-757-200 se presenta a continuación.

Características de la Nueva Flota de Aeronaves

Flota de Aeronaves	Longitud [m]	Envergadura [m]	Asientos	Peso máximo al despegue [Ton.]
DC-9-30	36.4	28.5	97.0	48.9
B 727-200	46.7	32.9	189.0	83.0
B 757-200	47.3	38.0	200.0	104.3



BOEING-757-200



first class

economy class

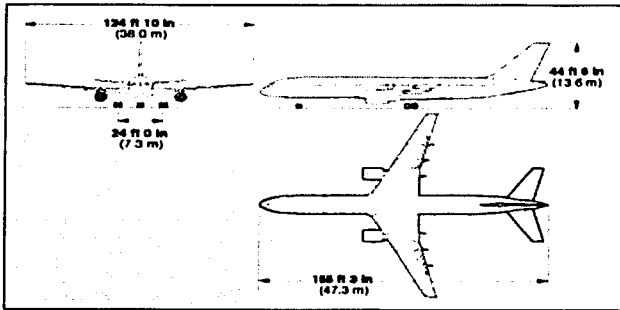


Fig. 4.1.- Características aeronave B-757. www.boeing.com

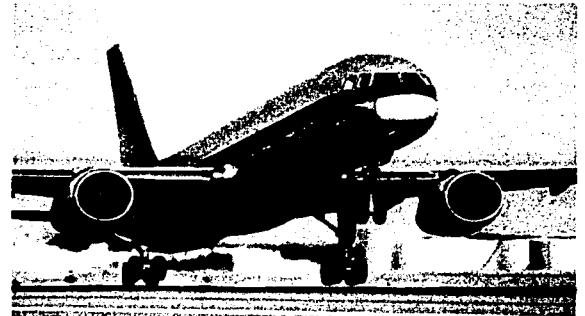


Fig. 4.2 - Aeronave B-757-200. www.boeing.com

Cálculo de Longitud de Pista

El calculo de la longitud de pista para la nueva configuración de la flota de aeronaves, se estima con una metodología no común a las estudiadas en las clases de aeropuertos, la cual considera parámetros tales como: distancia ortodrómica más critica de las rutas a volar por la aeronave para la cual se diseñara la pista, la elevación del aeropuerto, peso de vació operativo, etc.

Las rutas más criticas a volar desde la ciudad de Reynosa son la Ciudad de México, Minatitlan en el estado de Veracruz y Cancún en el estado de Quintana roo. Sin embargo, y de acuerdo a la figura siguiente la ciudad con mayor alcance para cubrir una mayor área de influencia como propuesta de plan maestro, es la ruta Reynosa- Cancún, ya que con ésta se cubren todas la ciudades de la republica mexicana y la parte sur de los Estados Unidos.



Por lo cual se procede a desarrollar los cálculos de distancias ortodrómicas entre dos puntos a partir de sus latitudes y longitudes :

A) REYNOSA	Latitud=	26 °	14 '	0 " N	=	26.2333 °
	Longitud=	98 °	35 '	0 " W	=	98.5833 °
B) MEXICO:	Latitud=	19 °	26 '	19 " N	=	19.4386 °
	Longitud=	99 °	3 '	59 " W	=	99.0663 °
C) MINATITLAN	Latitud=	17 °	58 '	47 " N	=	17.9797 °

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
PROGRAMA DE DESARROLLO

D) CANCUN

Longitud= 94 ° 32 ' 33 " W = 94.5425 °

Latitud= 21 ° 37 ' 0 " N = 21.6166 °

Longitud= 89 ° 24 ' 52 " W = 89.4144 °

$$\hat{P}A = 90 - Lat.A = 90 - 26.2333 = 63.7667^\circ ; \quad \text{sen } \hat{P}A = 0.89700$$

$$\hat{P}B = 90 - Lat.B = 90 - 19.4386 = 70.5614^\circ ; \quad \text{sen } \hat{P}B = 0.94299$$

$$\hat{P}A \approx \hat{P}B = 63.7667 - 70.5614 = -6.7947^\circ ; \quad \cos(\hat{P}A \approx \hat{P}B) = 0.99298$$

$$\hat{P} = long.B - Long.A = 99.0663 - 98.5833 = 0.4830 ; \quad \cos \hat{P} = 0.9999$$

$$havP = \frac{1 - \cos P}{2} = \frac{1 - 0.9999}{2} = 0.00005$$

$$hav(\hat{P}A \approx \hat{P}B) = \frac{1 - \cos(\hat{P}A \approx \hat{P}B)}{2} = \frac{1 - 0.99298}{2} = 0.00351$$

$$hav(\hat{A}B) = havP * \text{sen}PA * \text{sen}PB + hav(\hat{P}A \approx \hat{P}B)$$

$$= 0.00005 * 0.89700 * 0.94299 + 0.00351 = 0.003552$$

$$\cos \hat{A}B = 1 - 2hav \hat{A}B = 1 - 2 * 0.003552 = 0.99289$$

$$\overline{AB} = \cos^{-1} \hat{A}B * 60m.n. = 6.8338 * 60 = 410.01m.n.(millas.nauticas)$$

$$\overline{AB} = 410.01 * 1.853 = 759.75km$$

ORIGEN \ DESTINO	MÉXICO	MINATITLAN	CANCÚN	
REYNOSA	759.75	1007.45	1063.25	[Km]
	410.01	543.69	573.80	[mn]

Con ayuda de los manuales de vuelo de la aeronave Boeing modelo 757-200 se puede estimar la longitud de pista necesaria para que esta aeronave opere en el aeropuerto, de acuerdo a las necesidades del plan maestro propuesto en este trabajo.

Así, con los datos de estos manuales el peso de operación vacío de esta aeronave es de 58,620 kg, a sus graficas, y a los siguientes parámetros: distancia en millas náuticas de 573.80 en la ruta crítica Reynosa-Cancún, y una altitud de 45.0 msnm; resulta una longitud de pista estimada de 2,150.0 m.

Por lo que la longitud a ampliar con respecto a la pista actual es de 250.0 m, ya que esta tiene una longitud actual de 1,900.0 m, y para recibir a la aeronave B 757-200 será necesario emplazar la pista a 2,150.0 m.

Calles de Rodajes y Plataformas

Los volúmenes para el movimiento de carga que se están proponiendo requerirán de una plataforma, un rodaje y elementos para la administración y almacenamiento de la carga; con un excelente nivel de servicio para satisfacer las necesidades del centro distribuidor de carga, tanto en las condiciones de salida como de llegada. Las siguientes estrategias se plantean para optimizar los recursos y espacios del campo aéreo:

- Llegada de pasajeros y carga .- una vez aterrizada la aeronave saldrá de la pista por cualquiera de sus dos rodajes, alfa o bravo, dependiendo de la orientación en que se este preparando el despegue, que la llevará a la plataforma comercial donde cualquiera de los tres tipos de aeronaves, podrán desembarcar a los pasajeros, y estos pasaran directamente al edificio terminal. Simultáneamente la carga será desembarcada en la plataforma comercial, de donde será transportada por vía terrestre a la zona terminal del centro distribuidor de carga, para realizar los trámites correspondientes y poder ser almacenada en bodegas hasta que su destinatario o alguna empresa de logística, del edificio administrativo, la reclame.
- Salida de pasajeros y carga .- después de que una aeronave desembarco pasajeros y carga en la plataforma comercial recibirá los servicios de mantenimiento, combustible, limpieza, etc; se embarcará de pasajeros provenientes del edificio terminal; y de carga de paga liberada, la cual realizó los trámites en aduana con su tiempo correspondiente y fue trasladada por vía terrestre de los almacenes de la zona terminal del centro distribuidor de carga a la plataforma comercial; ; y por último la aeronave esperará su turno para la operación de salida.
- Llegada de carga directamente a la plataforma de carga.- lo mas probable es que la única aeronave que llegue solamente con carga sea el B-757-200, por tener mayor alcance y capacidad de carga. La salida de la pista será por el nuevo rodaje C "Charlie" que la llevará directamente a la plataforma de carga para desembarcar y transportar la carga a la zona terminal del centro distribuidor de carga.
- Salida de carga directamente de la plataforma de carga.- si una aeronave que desembarco en la plataforma de carga esta destinada para transportar solo carga, se quedará en la plataforma para recibir los servicio mantenimiento, combustible, limpieza, etc; volverá a embarcarse de carga de salida y esperará turno para la operación de salida por el rodaje C "Charlie".
- Llegada de pasajeros .- es una operación normal donde la aeronave saldrá de la pista por cualquiera de sus dos rodajes y se dirigirá directamente a la plataforma comercial para desembarcar a los pasajeros frente al edificio terminal, recibirá el servicio de mantenimiento, volverá a embarcarse de pasajeros y esperara su turno para la operación de salida.
- Salida de pasajeros.- cualquier aeronave que se encuentre en la plataforma comercial desembarcada de pasajeros y carga y este recibiendo el servicio de mantenimiento, combustible, limpieza, etc, podrá ser embarcada de pasajeros y esperara su turno para la operación de salida.

Una vez estudiada la superficie requerida para la plataforma de carga, la cual debe tener 16,000 m² para dos posiciones simultáneas, se propone su ubicación estratégica y funcional dentro de la zona aeronáutica, llegando a la solución que estará conectada en la parte derecha de la plataforma comercial para el transporte terrestre entre estos dos elementos, debido al continuo tránsito que habrá entre las plataformas y a la disponibilidad del terreno para el uso de esta estructura.

b) Mecánica de suelos y pavimentos.

Los pavimentos de la pista, las calles de rodaje y las plataforma considerado en su conjunto, han de cumplir con siguientes tres funciones básicas¹:

- ◆ Proporcionar una resistencia suficiente.
- ◆ Proporcionar una buena calidad de rodadura.
- ◆ Proporcionar buenas características de fricción en la superficie

Los pavimentos rígidos a causa de su módulo de elasticidad alto y su rigidez, tienden a distribuir la carga sobre un área del suelo significativa, por lo que gran parte de la capacidad estructural del pavimento es proporcionada por la losa de concreto por si misma.

Los pavimentos flexibles funcionan con el principio del sistema de capas para obtener la capacidad estructural de soporte de cargas de los mismos, debiendo tener la capa mas resistente y de mas alta calidad en la superficie².

Los pavimentos de plataformas, calles de rodaje y pistas de un aeropuerto requieren de diseños óptimos que involucran estudios complejos de suelos y materiales, su comportamiento bajo cargas y su habilidad para soportar el tránsito a lo largo de su vida útil en todas las condiciones climatológicas. Como fase importante del diseño intervienen los criterios de selección entre pavimentos rígidos y flexibles, por su gran trascendencia en costos y capacidad estructural entre otros. El criterio actual en el Sistema Aeroportuario Mexicano SAM ha sido hasta la fecha en general el gobernado por factores de costos iniciales y con base a ello se tomaron decisiones de selección de pavimentos combinados, esto es, rígidos para plataformas de aviación comercial, flexibles para calles de rodaje, pistas y plataformas de aviación general³.

La selección de los pavimentos para la ampliación y refuerzo de la pista, plataforma comercial y calles de rodaje A "Alfa" y B "Bravo", nueva plataforma para carga y nueva calle de rodaje C "Charlie" es la siguiente:

Pista .- diseño para su ampliación y refuerzo de pavimento flexible.

Rodaje alfa y beta .- diseño para su refuerzo de pavimento flexible.

¹ y ³ Ruiz Luis Gabriel, "Planeación y construcción de aeropuertos". FI UNAM, México 2001.

² Narcia Morales Carlos, "Drenaje y pavimentos en aeropuertos". FI UNAM, México 2000.

Rodaje C "Charlie".- diseño para su construcción de pavimento flexible.
Plataforma comercial.- refuerzo de pavimento flexible.
Plataforma de carga.- diseño para construcción de pavimento rígido.

La elección se realizó con base a los criterios que el SAM recomienda, a la situación actual de las estructuras y a los siguientes factores⁴.

Factores de decisión para la selección en el diseño de un pavimento rígido o flexible en aeropuertos		
Factor	Función de	Prioridad
Capacidad estructural del pavimento	Clasificación Demanda Pronósticos Canalización Maniobras Cargas	1
Financiamiento	Externo, Interno Monto, Intereses	2
Costos	Inversión Inicial Mediano y Largo plazo	3
Vida útil	Indice de servicio Proyecto	4
Mantenimiento/Conservación	Pronósticos Operacionales Presupuestos Disponibles Tipo de mantenimiento	5
Terreno natural de soporte	Tipo Resistencia Características/Propiedades Drenaje	6
Materiales	Estudio Clasificación Características	7
Factores regionales	Climáticos	8
Agentes contaminantes	Derrame de combustibles Vegetación	9
Uso operación	Comercial Militar General Rural	10
Limitaciones de construcción	Bancos de materiales, disponibilidad Maquinaria y refacciones	11
Seguridad	Especificaciones internacionales y locales	12
Comodidad	Vibraciones Juntas Asentamientos	13
Expansión del sistema	Plan maestro Demanda Avión crítico Ampliaciones	14

⁴ Narcia Morales Carlos, "Drenaje y pavimentos en aeropuertos". FI UNAM, México 2000.

Pavimentos en pista, calles de rodaje y plataforma comercial

Existen varios métodos para diseñar los pavimentos flexibles y rígidos, dependiendo del número de las variables que intervienen y a la evaluación de las cargas actuales, pero en este trabajo solo especificará y diseñará con uno de ellos que es el método de la Federal Aviation Administration FAA, aunque a continuación se mencionan algunos de ellos:

- ❖ Prueba del Valor Relativo de Soporte VRS.- es un procedimiento empírico que mide la resistencia de un suelo a la penetración.
- ❖ Método del Instituto del Asfalto.- considera en un punto cualquiera del pavimento dos deformaciones críticas, una de tensión en la parte inferior de la carpeta y otra de compresión en la parte superior de la sub-rasante.
- ❖ Método de la Marina.- basado en la teoría de boussinesq, que considera un sistema de capas y se complementa con un análisis de deformaciones basados en pruebas de placa.
- ❖ Método de Canadá.- resuelve el sistema multicapa en uno equivalente formado por dos capas.
- ❖ Método de la FAA

A medida que los aviones crecen en tamaño y con el objeto de mantener los mismo espesores de pavimentos fue necesario dotar de más ruedas a los trenes de aterrizaje con el objeto de dividir la carga total entre el número de ruedas del tren principal, de esta manera se logra que la carga se distribuya entre los neumáticos transmitiéndola de forma uniforme al pavimento, con la ventaja de que los esfuerzos serán menores que el incremento de ruedas.

Este método relaciona mediante graficas los datos obtenidos del avión de diseño relacionándolo con el espesor de diseño del pavimento. Para aplicar el método se debe de tener el pronóstico de los despegues anuales para todas las aeronaves que hacen uso del aeropuerto, indicando también la configuración de ruedas y el peso máximo de despegue de cada uno, tomando en cuenta que las mayores condiciones de carga se presentan durante el despegue y no del aterrizaje. Como parte importante toma en cuenta el efecto de las repeticiones⁵.

Diseño de la nueva estructura del pavimento flexible en zonas críticas y no críticas para pista, calles de rodaje y plataforma comercial.

Como ya se analizó en capítulos anteriores el pronóstico de operaciones anuales para el horizonte de planeación estima que se tendrán 19,519.0 op/año, de las cuales se hace la suposición que el 50% son aterrizajes, por lo tanto el número de despegues anuales estimados será el otro 50% (9,759.5 op/anuales).

El tipo de aeronave que determina el espesor mayor de pavimento, es la aeronave que requiere mayores espesores, y no necesariamente es la aeronave más pesada del pronóstico; normalmente es aquella que tiene el mayor número de despegues anuales estimados y que tenga la mayor carga por rueda.

⁵ Narcia Morales Carlos, "Drenaje y pavimentos en aeropuertos". FI UNAM. México 2000.

Para determinar dicha aeronave de diseño se estudia la nueva flota de aviones que operará en el aeropuerto durante el horizonte de planeación. Se hace la suposición que las dos aeronaves en actual operación, el B-727 y DC-9 tendrán un 50% y 20%, respectivamente, de los despegues anuales estimados, y que la integración del B-757 a la nueva flota le corresponderá el 30% restante.

FLOTA DE AVIONES	% DESPEGUES	DESPEGUES ANUALES ESTIMADOS	PESO MÁXIMO DE DESPEGUE [Kg]	TIPO DE TREN
DC-9	20	1,951.90	48,900	DOBLE
B-727-200	50	4,879.75	83,000	DOBLE
B-757-200	30	2,927.85	104,300	DOBLE TANDEM

De lo anterior se deduce que la aeronave de diseño es el B-727-200 y solo tiene que convertirse la aeronave B-757-200 al mismo tipo de tren de aterrizaje que la aeronave de diseño, y para ello se utiliza el factor de conversión de 1.7 en los despegues anuales estimados. Partiendo del peso de la aeronave y de la configuración de las ruedas del tren de aterrizaje principal de cada aeronave, se determina la carga por rueda, considerando que el 95% del peso total lo absorbe el tren principal.

FLOTA DE AVIONES	TIPO DE TREN	DESPEGUE ANUALES CONVERTIDOS	CARGA POR RUEDA [Kg]
DC-9	DOBLE	1,951.90	48,900x0.95/4 = 11,613.75
B-727-200	DOBLE	4,879.75	83,000x0.95/4 = 19,712.50
B-757-200	DOBLE TANDEM	2,927.85x1.7 = 4,977.30	104,300x0.95/8 = 12,385.60

Al resultar la mayor carga por rueda en la aeronave B-727-200 se confirma que esta es la aeronave de diseño. Debido a que las aeronaves presentan diferentes configuraciones, se hace necesario convertir los despegues anuales de cada aeronave en términos de la configuración de las ruedas del avión de diseño, obteniéndose finalmente con la suma de estos valores el número de despegues o repeticiones anuales equivalentes para el avión de diseño. Para lo cual se utiliza la siguiente fórmula⁶:

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}R_2) \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{0.5}$$

$$DC-8 \quad \text{Log}R_1 = (\text{Log}1,951.90) \left(\frac{11,613.75}{19,712.50} \right)^{0.5} \Rightarrow R_1 = 335.46$$

$$B-727 \quad \text{Avión.de.diseño} \Rightarrow R_1 = 4,879.7$$

$$B-757 \quad \text{Log}R_1 = (\text{Log}4,977.30) \left(\frac{12,385.60}{19,712.50} \right)^{0.5} \Rightarrow R_1 = 852.05$$

$$\mathbf{R = 6,067.21}$$

⁶ Apuntes de la clase de "Aeropuertos" impartida por el Ing. Federico Dóval en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. México 2001.

Así el número de repeticiones convertidos con la flota de aeronaves es de 6,067.21, equivalentes al número de despegues de la aeronave B-727-200.

El diseño de los pavimentos flexibles por este método esta basado en el índice de penetración California CBR o valor relativo de soporte VRS, el cual mide la resistencia de los materiales previstos para utilizar en las estructuras de los pavimentos. Para este cálculo se consideran los valores de CBR más desfavorables que puedan presentarse en los materiales de las capas que formaran la estructura del pavimento.

$$CBR_{\text{Sub-rasante}} = 6$$

$$CBR_{\text{Sub-base}} = 12$$

$$CBR_{\text{Base}} \geq 80$$

Los espesores de la estructura pueden obtenerse con los datos de CBR propuestos anteriormente, la configuración de las ruedas del tren de aterrizaje, el peso máximo de despegue de la aeronave de diseño y con el número de repeticiones o despegues equivalentes a la aeronave de diseño, a través de la grafica 3.4 del manual de la FAA para el diseño de pavimentos flexibles:

$$W_{\text{max. Despegue}} = 83,000.0Kg \approx 182,990.0lb$$

$$R_{B-727} = 6,067.0$$

Zonas Críticas:

Franja central de pista, calles de rodaje de entrada y plataforma

$CBR_{\text{Sub-rasante}} = 6$	\Rightarrow	$h = 38 \text{ ''}$	\therefore	$h_{\text{Sub-base}} = h - h' = 38'' - 24'' = 14 \text{ ''} \sim 36 \text{ cm}$
$CBR_{\text{Sub-base}} = 12$	\Rightarrow	$h' = 24 \text{ ''}$	\therefore	$h_{\text{Base}} = h' - h'' = 24'' - 4'' = 20 \text{ ''} \sim 51 \text{ cm}$
$CBR_{\text{Base}} > 80$	\Rightarrow	$h'' = 4 \text{ ''}$	\therefore	$h_{\text{Carpeta}} = h'' = 4 \text{ ''} \sim 10 \text{ cm}$

Se hace una revisión del espesor mínimo de la sub-base:

$h_{\text{total}} = h = 38 \text{ ''}$	\Rightarrow	$h_{\text{min-base}} = 12.75'' < 20''$	\therefore	$h_{\text{base}} = 20''$
$CBR_{\text{Sub-rasante}} = 6$				

El método de la FAA requiere bajo ciertas condiciones la estabilización y el tratamiento de materiales para sub-rasante, sub-base y base para mejorar el funcionamiento y la economía del pavimento. Las capas estabilizadas son necesarias para los nuevos pavimentos calculados para las aeronaves cuyo peso sea de 100,000 lb (45,350 Kg) o mas.

Analizando el peso de despegue máximo de la aeronave mas pequeña de la flota de aviones:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{max. despegue DC-9}} &= 48,900 \text{ Kg} \\
 &48,900 \text{ Kg} > 45,350 \text{ Kg} \\
 \therefore &\text{Son necesarias las capas estabilizadas}
 \end{aligned}$$

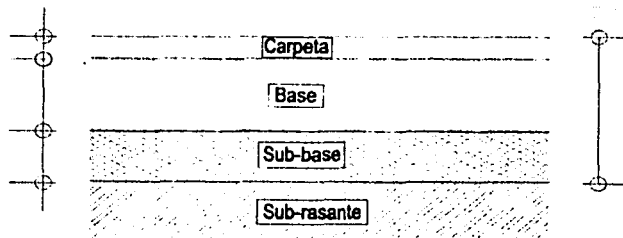
El espesor del material estabilizado puede calcularse dividiendo el requisito de espesor de la capa de cimentación granular por el factor de equivalencia.

Suponiendo las siguientes características para capas estabilizadas:

Sub-base	P-216	Base mezcla en el lugar	⇒	F= 1.5
Base	P-201	base asfáltica	⇒	F= 1.6

Cabe recordar que se requiere definir los materiales y sus factores reales que se usaran en las capas, ya que los aquí propuestos solo se utilizan para estimar los espesores de las capas.

		Zona Critica			
Capa		No estabilizada		Estabilizadas	
h_{Carpeta}	= 4 "	⇒		4" ~	10 cm
h_{Base}	= 20 "	⇒	$20"/1.6 =$	12.5" ~	32 cm
$h_{\text{Sub-base}}$	= 14 "	⇒	$14"/1.5 =$	9" ~	24 cm
			$h_{\text{TOTAL}} =$	25.5" ~	66 cm



El método obliga a revisar si el espesor obtenido es correcto con un CBR de 20:

$$\begin{array}{lcl}
 W_{\text{max. despegue B-727}} & = & 182,990 \text{ lb} \\
 R_{\text{equivalente B-727}} & = & 6,067 \\
 \Rightarrow & & h_{\text{CBR}=20} = 15.5'' \\
 & & 15.5'' < 25.5'' \\
 \therefore & & h_{\text{TOTAL}} = 25.5''
 \end{array}$$

Como $15.5'' < 25.5''$ se concluye que el espesor total h del pavimento estabilizado en zona crítica es correcto

Zonas No Críticas: Orillas de pista, calle de rodaje de salida

En zonas no críticas se permite una reducción en la carpeta y en la base. El espesor de la carpeta asfáltica debe al menos ser de 3" y el espesor en la base puede reducirse hasta el 10% y 30% del espesor, es decir, $0.7h_{\text{Base}}$ y $0.9h_{\text{Base}}$ para orillas de pista y calles de rodaje de salida, respectivamente.

Zonas No Críticas				
Capa	Orillas de pista		Calles de rodaje de salida	
h_{Carpeta}	3"	~ 8 cm	3"	~ 8 cm
h_{Base}	$12.5'' \times 0.7 = 8.75''$	~ 22 cm	$12.5'' \times 0.9 = 10.8''$	~ 28 cm
$h_{\text{Sub-base}}$	$25.5'' - (8.75'' + 3'') = 13.75''$	~ 36 cm	$25.5'' - (10.8'' + 3'') = 11.7''$	~ 30 cm
	$h_{\text{TOTAL}} = 25.5''$	~ 66 cm	$h_{\text{TOTAL}} = 25.5''$	~ 66 cm

Orilla de Pista

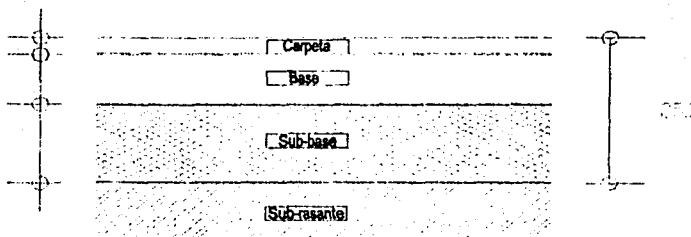


Fig. 4.4.- Estimación de espesores para pavimento flexible, zona no crítica, orilla de pista.

Calle de Rodaje de Salida

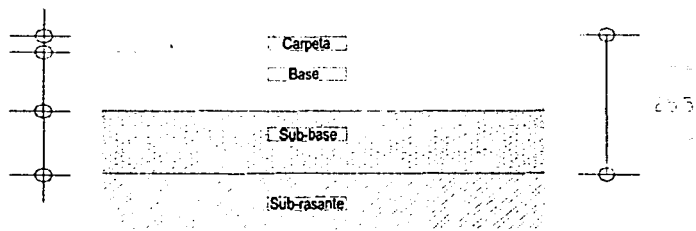


Fig. 4.5.- Estimación de espesores para pavimento flexible, zona no crítica, calle de rodaje de salida

Diseño de la estructura del pavimento rígido en zonas críticas para la plataforma de carga.

El diseño de pavimentos rígidos, se basa en el análisis de Westergard de una losa de concreto cargada en el borde de una junta, la cual se apoya sobre una capa de material resistente denominado sub-base. Westergard supone que la losa de concreto actúa como un sólido homogéneo, isótropo y elástico en equilibrio y que las reacciones de la sub-rasante son verticales solamente y proporcionales a la deflexión de la losa.

Al igual que los pavimentos flexibles se han preparado graficas de diseño para los pavimentos rígidos, basadas en una condición de carga en el borde de una junta en la cual la carga es tangente a la junta en el concreto. Las graficas de diseño solo proporcionan el espesor de la losa de concreto, los espesores de las demás capas se determinan por separado y el espesor total del pavimento es la suma de dichas capas⁷.

Factores que deben tomarse en cuenta para el diseño de los pavimentos rígidos⁸:

- ① Resistencia del concreto a la flexión F_r .- el espesor requerido de concreto esta relacionado con la resistencia del mismo. Esta resistencia se evalúa por el método de resistencia a la flexión, ya que el trabajo primario de una losa de concreto es a la flexión.
- ② Módulo de reacción del terreno K .- se considera como una constante elástica del material de apoyo; su determinación es en base a suposiciones de un cierto espesor estimado (mínimo 4"), y a resultados de laboratorio del material de sub-rasante ($K_{\text{sub-rasante}}$); sus unidades están expresadas en lb/in³ o Mn/m³.

⁷ Narcia Morales Carlos, " Drenaje y pavimentos en aeropuertos". FI UNAM. México 2000.

⁸ Apuntes de la clase de "Aeropuertos" impartida por el Ing. Federico Dovalí en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. México 2001.

Para este diseño se hace la suposición de utilizar concreto con resistencia a la flexión de 650 lb/in^2 , un módulo de reacción de la capa sub-rasante de 100 lb/in^3 y un espesor en la capa de la sub-base de $9''$.

$$F_r = 650 \text{ lb/in}^2 \text{ (45 kg/cm}^2\text{)}$$

$$K_{\text{sub-rasante}} = 100 \text{ lb/in}^3$$

$$h_{\text{sub-base}} = 9''$$

Las consideraciones del peso bruto del avión, salidas anuales, equivalentes y tipo de tren de aterrizaje, se realizan de la misma forma que para el caso de pavimentos flexibles:

Avión crítico = B-727-200

Tipo de tren de aterrizaje : doble tandem

$$W_{\text{máx.despegue B-727}} = 83,000 \text{ Kg} \sim 182,990 \text{ lb}$$

$$R_{\text{equivalentes B-727}} = 6,067 \text{ despegues anuales}$$

Zona Crítica: Plataforma de carga

Se determina el módulo de reacción de la capa sub-base $K_{\text{sub-base}}$, a través de la resistencia a la flexión del concreto, el módulo de reacción de la sub-rasante y el espesor de la sub-base:

$F_r = 650 \text{ lb/in}^2$	\Rightarrow	$K_{\text{sub-base}} = 275 \text{ lb/in}^3$
$K_{\text{sub-rasante}} = 100 \text{ lb/in}^3$		
$h_{\text{sub-base}} = 9''$		

El espesor de la losa de concreto hidráulico h_{losa} se obtiene a través del peso de diseño, el módulo de reacción de la base (obtenido anteriormente) y el número de repeticiones equivalentes:

$W_{\text{máx.despegue B-727}} = 182,990 \text{ lb}$	\Rightarrow	$h_{\text{losa}} = 14.8'' \sim 38 \text{ cm}$
$K_{\text{sub-base}} = 275 \text{ lb/in}^3$		
$R_{\text{equivalentes B-727}} = 6,067 \text{ desp/año}$		

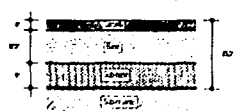
Capa	Zona Crítica Plataforma
$h_{\text{losa Concreto Hidráulico}} = 14.8''$	$\sim 38 \text{ cm}$
$h_{\text{sub-base}} = 9''$	$\sim 23 \text{ cm}$
$h_{\text{TOTAL}} = 23.8''$	$\sim 61 \text{ cm}$

PAVIMENTOS FLEXIBLES

PAVIMENTOS RIGIDOS

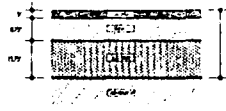
ZONA CRITICA

Franja central de pista y calle de rodaje de entrada

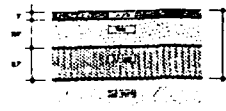


ZONA NO CRITICA

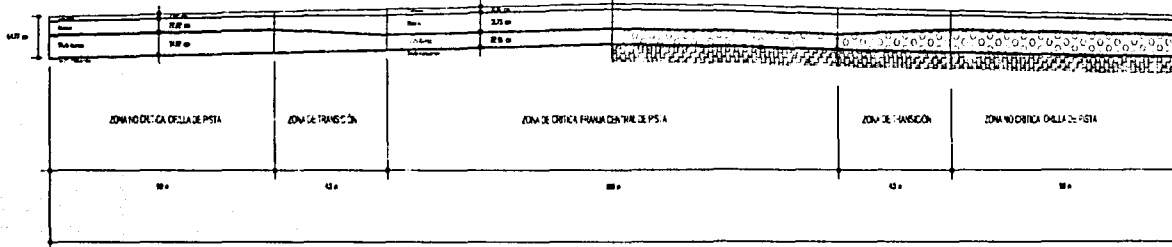
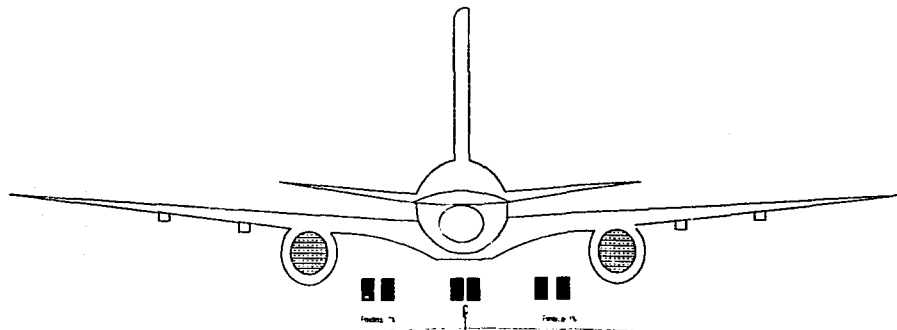
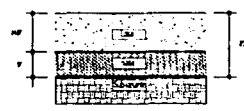
Orilla de Pista



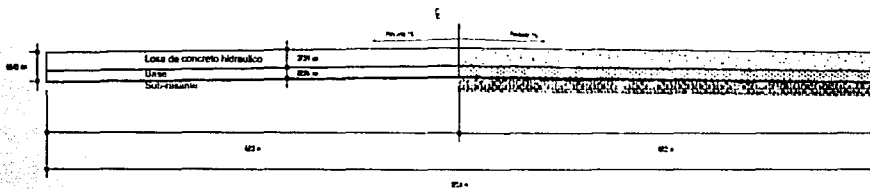
Calle de Rodaje de Salida



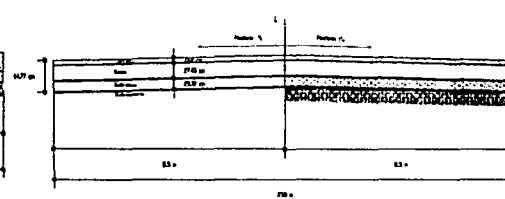
ZONA CRITICA



PERFIL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA PISTA



PERFIL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA PLATAFORMA DE CALADA



PERFIL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA CALLE DE ROLAJE DE ENTRADA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES

TESIS PROFESIONAL
"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO:
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADDO

ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN
UBICACIÓN: REYNOSA
AUTOR: JORGE ANTONIO ELIZALDE TADDO

ESCALA
EP-1

ESCALA GRAFICA

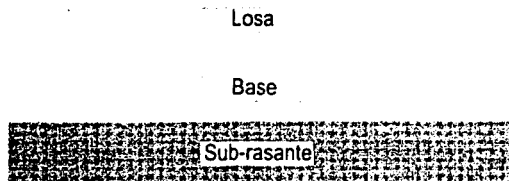


Fig. 4.6.- Estimación de espesores para pavimento rígido, zona crítica

No se hace un estudio de zona no crítica, ya que las orillas de pista y calle de rodaje de entrada fueron diseñadas para pavimento flexible.

b) Impacto ambiental.

El plan maestro del aeropuerto de Reynosa no solo contempla el armónico y equilibrado desarrollo de las instalaciones en su ámbito interno, sino también se desarrollan estudios de impacto ambiental, entre los que se incluyen los de ruido y gases; que sirven para determinar el grado de deterioro y las zonas afectadas por la operación del mismo.

Durante la construcción

Los principales problemas que se deben considerar durante el proceso de construcción son los que van a presentarse en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto, generalmente son del tipo como la erosión del suelo, el ruido provocado por la obra, la contaminación que genera la continua operación de las plantas para procesamientos como: trituración, obtención de productos de asfalto, cemento, etc.

◆ Erosión de suelos

La ampliación de la pista y la construcción de la nueva plataforma para carga requiere de materiales para las estructuras de los pavimentos flexibles y rígidos, respectivamente. A continuación se mencionan los materiales requerido que deben de obtener de los bancos para construcción de los pavimentos.

- Subyacente: todavía es terreno natural, sin embargo debe pasar el proceso de desmonte, despulme y compactación.
- Subrasante: los materiales requerido son arena arcillosa con mas del 50% de arena. Cuando el material no se encuentra en corte se obtiene de los bancos de préstamo.
- Sub-Base: los materiales requerido son gravas-arenas de graduación no uniforme, sin expansión y triturada de los bancos de explotación.
- Base asfáltica: grava-arena seleccionada de mejor graduación y resistencia que la de la capa sub-base y cementante asfáltico.
- Carpeta de concreto asfáltico: grava- arena de ¾" y cementante asfáltico.
- Carpeta de concreto hidráulico: cemento Pórtland con la resistencia a la flexión requerida.

Como se observa se requerirá básicamente de arcillas-arenas y materiales pétreos (gravas-arenas) para las estructuras de los terraplenes y pavimentos, respectivamente. Suponiendo que estos materiales no existen en el lugar, se tendrá que explotar bancos de préstamo debido a que las superficies pertenecientes al aeropuerto no pueden modificarse. Sin embargo el impacto ambiental que causara la explotación de materiales no será cuantiosa debido a los volúmenes necesarios para estas obras de ampliación y construcción como lo haría una obra de un complejo aeroportuario actual, existiendo además la posibilidad de que los materiales puedan ser suministrados de bancos ya explotados.



Fig. 4.7.- Explotación de un banco de materiales



Fig. 4.8.- Materiales para formar terraplenes, sub-base, base y carpeta.

◆ Contaminación por Ruido

La obtención de los materiales en banco requiere de equipos de alta potencia que generan ruido para excavar, triturar, acarrear y procesar los materiales durante la etapa de la construcción, tales equipos y maquinas suelen ser tractores, retroexcavadoras, cargadores frontales, camiones, compactadores, plantas trituradoras y petrolizadoras, entre otros. En caso de explotar un banco cercano al lugar, el tiempo para explotar los volúmenes

necesarios de material sería muy corto, por lo cual el impacto ambiental estará reducido; y para el caso en que los materiales sean suministrados, estos llegarán en camiones, reduciendo el volumen de equipos para el proceso de construcción.

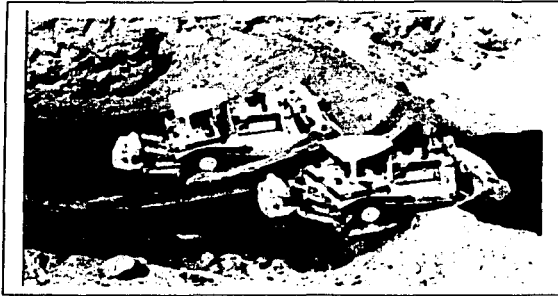


Fig. 4.9.- Tractores de rellas, explotando un banco



Fig. 4.10.- Trituración de rocas para obtención de gravas



Fig. 4.11.- Planta petrolizadora

Durante la operación



Contaminación por Ruido

El impacto ambiental por ruido, producido por los motores de grandes aeronaves de turbinas, constituye uno de los principales problemas que afecta a los centros de población que se localizan cerca de los aeropuertos o en las trayectorias de aproximación y despegue.

Para afrontar la problemática que supone el impacto acústico de los aviones se han establecido normativas enfocadas a la reducción de ruidos que afecta desde la fabricación de los aviones y motores hasta la operación de vuelo.

Los procedimientos antirruído de la OACI se establecen en función de tres parámetros⁹:

⁹ Servín Córdova Fabián. "Análisis de la infraestructura del sistema de pistas e impacto ambiental para el grupo aeroportuario centro norte". FI UNAM, México 2001.

- La pista que se va a utilizar para la atenuación del ruido con objeto de alejar trayectorias del avión de las áreas sensibles al ruido.

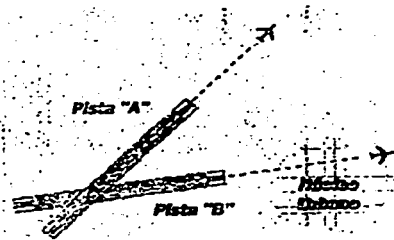


Fig. 4.12.- Orientación de la pista, respecto a una ciudad

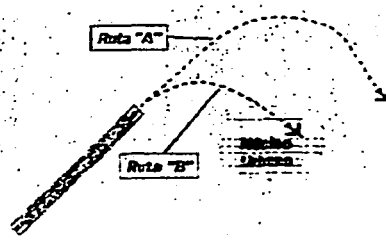


Fig. 4.13.- Dirección de rutas, respecto a una ciudad

- La ruta de salida o llegada para evitar sobrevolar áreas sensibles al ruido.
 - En ascenso los virajes se harán a una altura no inferior a 500' (sobre terrenos y obstáculos) y con alabeo máximo de 15°.
 - No exigir viraje que pueda coincidir con una reducción de potencia
 - Establecer una ruta apoyada en suficientes ayudas que permita al avión ajustarse a ella.
- Los procedimientos operacionales especiales de amortiguación de ruido en despegue o aproximación.

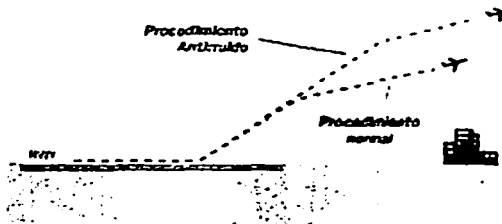


Fig. 4.15.- Procedimientos operacionales para amortiguar el ruido

En despegue: reducir al mínimo la exposición al ruido en el suelo sin afectar los niveles exigidos de seguridad.

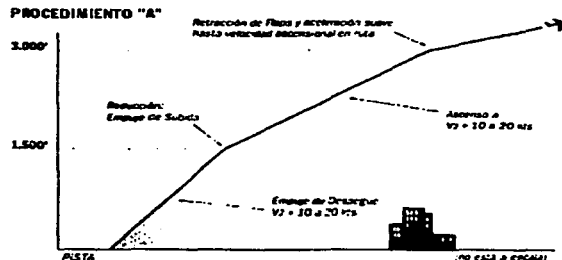
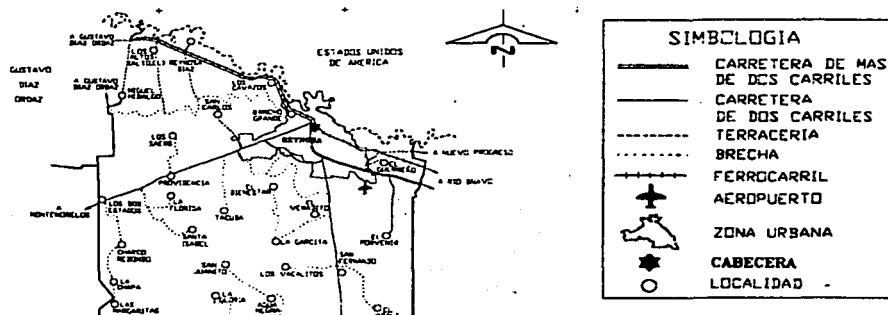


Fig. 4.16.- Procedimientos operacionales para amortiguar el ruido, Procedimiento A

Las observaciones realizadas en el aeropuerto de Reynosa indican que las aproximaciones y despegues se efectúan en un 90% por la pista 13, en donde los terrenos han sido destinados para preservación ecológica, al igual que demás los alrededores, ya que el municipio "El Guerreroño" es el más cercano al aeropuerto localizándose a una distancia de 6 km, por lo que ningún asentamiento humano se ve afectado por ruido.



Degradación del aire

Por la cantidad y calidad de los desechos contaminantes, la industria es la principal fuente con un 50%; le siguen los automóviles y los autobuses urbanos con un 40%; la disposición inadecuada de los desechos sólidos urbanos, principalmente la quema basura, genera un 5% y causas diversas el 5% restante¹⁰, porcentaje del cual se encuentran las emisiones producidas por la operación de los aviones en el aeropuerto de Reynosa; al respecto cabe aclarar que el número de aterrizajes y despegues que se tienen diariamente es de 6 en promedio, cifra que comparada con la cantidad de industrias y vehículos automotores que se mueven a diario y por períodos mucho más prolongados que los 3 'o 4 minutos que tarda una operación aeronáutica, resulta mínimo influir decisivamente en el deterioro atmosférico de la ciudad.

Derramamiento de combustibles

Los combustibles y lubricantes que utilizan los aviones están hechos de a base de petróleo y contienen solventes de asfalto, los cuales, si se derraman sobre pavimentos asfálticos crean problemas. El problema del derramamiento del combustible surgió con la llegada de los motores de turbina y de reacción con kerosene y los combustibles ligeros para reactores no se evaporan fácilmente. Los lugares del pavimento que preocupan son aquellos en los que regularmente se carga combustible, se estaciona o se presta servicio a las aeronaves. Las amplias áreas para las operaciones de aterrizaje y de rodaje no tienen interés, ya que aun los derramamientos relacionados con accidentes de las aeronaves se reducirán por limpieza y solo representan derramamiento simple que se evapora sin dejar daño permanente.

La mejor solución ambiental consiste en evitar el derramamiento y esto puede ser posible en muchos casos de derramamiento durante las operaciones o en forma accidental. El drenaje de los sedimentos de los depósitos de combustible puede recogerse y no es necesario que se quede en el pavimento. Pueden utilizarse cuadrillas en los lugares de goteo del combustible y de ahí donde se purguen o se efectúen manipulaciones como los sistemas hidráulicos.

¹⁰ Servín Córdova Fabián, "Análisis de la infraestructura del sistema de pistas e impacto ambiental para el grupo aeroportuario centro norte". FI UNAM. México 2001.

IV.2 Zona terminal.

a) Propuesta de ampliación de edificios terminales, zonas de acceso, estacionamiento e instalaciones de apoyo.

Estructuras para la administración del movimiento de carga Almacenes y Edificio para la administración de carga

Las superficies aproximadas de 3.500.0 m² y 1.700.0 m² para los almacenes y edificio, respectivamente de las compañías tramitadoras o de logística del movimiento de carga, determinadas en el capítulo anterior, se pretende que se vayan cubriendo al mismo tiempo que la demanda de carga anual, y para lo cual se utilizará el mismo programa de crecimiento del movimiento de carga propuesto para el desarrollo del centro distribuidor de carga, estudiado en el capítulo II. Las tres etapas de crecimientos serán las mismas para las etapas de construcción y ampliación, resultando las siguientes áreas requeridas en los años correspondientes:

Año	Capacidad Instalada	
	Almacén [m ²]	Edificio [m ²]
2002	1159.2	579.6
2007	1697.3	848.6
2011	2065.0	1032.5

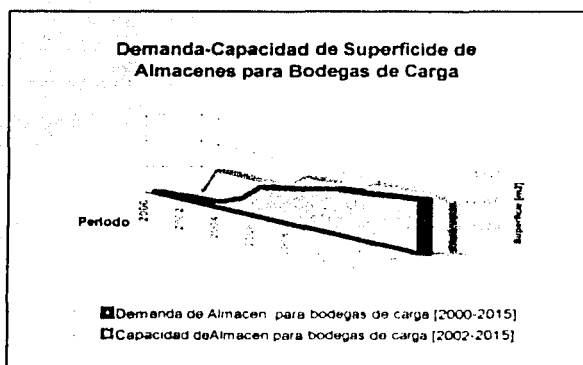


Fig. 4.18.- Demanda-capacidad, superficie, Almacenes CDC

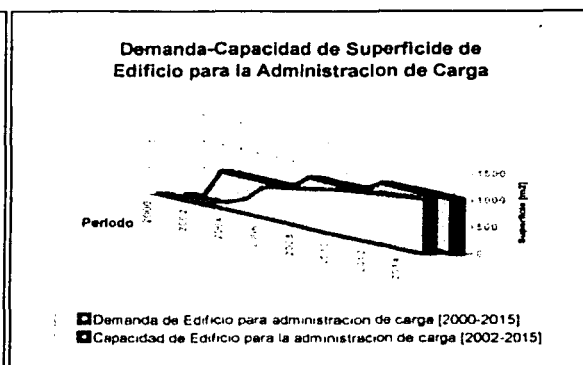


Fig. 4.19.- Demanda-capacidad, superficie, edificio CDC

Edificio de Pasajeros

Como ya se estudio en el capítulo anterior existe la necesidad, en términos de superficie, de ampliar el edificio terminal, y para lo cual se proponen dos etapas de ampliación donde se incremente dicha superficie de 1,140.0 a 5,108.0 m². Este incremento representa mas de tres veces (3,968.0 m²) la capacidad de superficie actual.

La primera etapa de ampliación se propone en el periodo del 2002 al 2005 iniciando las obras en el primer año del periodo con un incremento de superficie de 2,165.0 m², y que se mantenga constante con una capacidad total instalada de 3,305.0 m² hasta el año 2005. El periodo de la segunda etapa comprende del 2006 al 2015, de la misma manera iniciando las obras en el primer año del periodo ampliando la superficie con otro incremento de 1,803.0 m², alcanzando un desarrollo máximo de 5,108.0 m² para satisfacer la demanda a lo largo del horizonte de planeación.

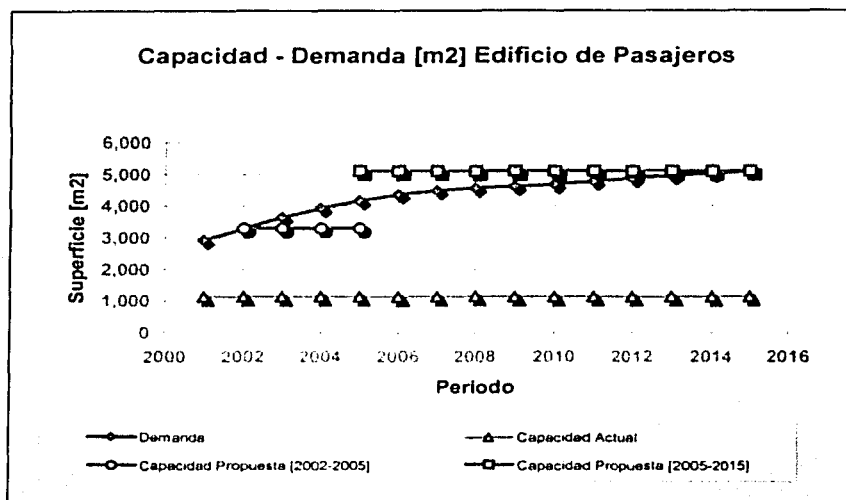


Fig. 4.20.- Justificación, etapas de desarrollo, edificio de pasajeros.

La justificación de utilizar dos etapas de ampliación en los periodos determinados se debido a las siguientes circunstancias y necesidades:

- En el caso de la primera etapa a que los niveles de servicios en la ultima década han venido año con año disminuyendo y una manera de recuperar la capacidad con respecto a la demanda actual es ampliar en este año el edificio de pasajeros y ofrecer la nueva capacidad instalada solamente tres años mas para no volver a bajar los niveles de servicio.
- En el caso de la segunda etapa se planco en el periodo del 2006 al 2015 porque como ya se menciona anteriormente la capacidad de este periodo es la que se ampliaría con la primera etapa, obteniéndose un rezago de tres años en la capacidad, sin embargo para el primer año de esta segunda etapa se recuperaría la capacidad instalando el máximo desarrollo demando durante el horizonte de planeación.

En proporciones los dos incrementos de las dos etapas no varían mucho, ya que durante el periodo de la segunda etapa la demanda de pasajeros por hora de acuerdo a los pronósticos, se estiman tasas de crecimiento mas bajas, caso contrario a las tasas del periodo de la primera etapa.

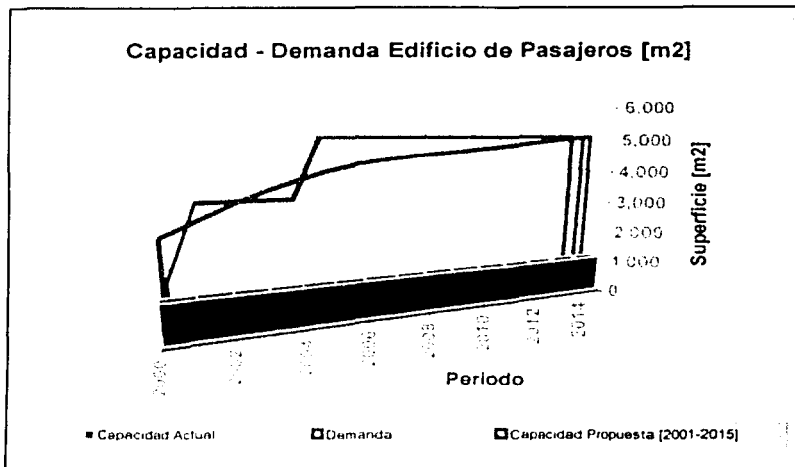


Fig. 4.21.- Propuesta del desarrollo por etapas, edificio de pasajeros

Zonas de Acceso y Estacionamiento

La determinación de la capacidad actual y la demanda requerida durante el horizonte de planeación analizada en el capítulo anterior, reflejaron que tanto los accesos, como el estacionamiento están bastante sobrados con respecto al volumen de tránsito y superficie para vehículos que actualmente y en un futuro el aeropuerto requerirá, respectivamente. Por lo cual no se presenta ninguna propuesta de ampliación para estos dos elementos. Sin embargo debido a la ampliación del edificio de pasajeros, se tendrán que hacer algunas modificaciones en los accesos del edificio, por cuestiones de comodidad y servicio para los pasajeros de llegada y salida que utilizan el tramo del edificio al estacionamiento, ya que con las modificaciones queda un poco más retirado de lo actual.

b) Aspectos constructivos.

◀ Edificación

La disposición para separar el embarque y desembarque de pasajeros y equipaje en aeropuertos pequeños, como el de Reynosa, puede realizarse en un solo nivel, donde los pasajeros puedan acceder al avión a través de la plataforma o por conexión directa al edificio de pasajeros.

La ordenación física de las instalaciones, en el aeropuerto de Reynosa, para el movimiento de pasajeros y el desarrollo de las propias instalaciones están centralizadas en un solo nivel, y la conexión del edificio de pasajeros al avión se realiza a través de la plataforma.

Los procesos constructivos para la etapa de ampliación requieren homegeidad con el sistema actual del edificio de pasajeros, por lo cual la ampliación continuará con el edificio de un nivel y con las características y propiedades de las estructuras, materiales y acabados al actual; ya que de lo contrario se requerirán de procesos constructivos mas complejos y costosos para la ampliación.

Por ejemplo si se contempla la opción de construir en un nivel y medio o segundo nivel, es seguro que los sistemas como la cimentación y estructura no respondan a las nuevas cargas solicitadas por el nuevo nivel, ya que el edificio fue planeado y diseñado para un horizonte de planeación que ya rebasa su vida útil. No se descarta esta opción, sin embargo, se tendrán que realizar nuevos estudios y diseñar nuevas estructuras con procedimientos constructivos mas costosos para reforzar las actuales y dar cavidad a un segundo nivel.

Así, para dar continuidad al edificio de un nivel, la ampliación se realizara en la parte derecha, sin la necesidad de realizar trabajos de demolición que den espacio a la superficie de 3,968.0 m2 requeridos, y sin afectar las operaciones aeronáuticas y funcionales del edificio.

El sistema actual esta compuesto de tres parte principales:

- Conexión con los accesos: circulación, subida y bajada de pasajeros que provienen del viaje terrestre.
- Tramitación: expedición de boletos, facturación y recogida de equipaje, control de inmigración, aduana y seguridad.
- Conexión con el vuelo: concentración, traslado desde o hacia el avión, embarque o desembarque.

Todo el sistema se ampliara, requiriendo satisfacer las instalaciones de las siguientes áreas usuales:

- ⊙ Instalaciones para la presentación: expedición de boletos, la presentación de los pasajeros, la facturación del equipaje, la elección del asiento, la presentación en la puerta de salida, aduana de entrada y salida, control de inmigración, control sanitario, áreas de control de seguridad y recogida de equipajes.
- ⊙ Instalaciones para el área de espera:
 - Salas de pasajeros.- general, salida y salas de puertas de embarque.
 - Áreas al servicio de pasajeros.- sanitarios, teléfonos públicos, oficinas de correos, información, primeros auxilios, etc.
 - Concesiones.- bares, restaurantes, puestos de periódicos, tiendas libres de impuestos, reservas de hoteles, bancos y cambio de moneda, alquiler de autos, etc.
 - Miradores y salas de visitantes.
- ⊙ Circulación interna: pasillos, bandas transportadoras de personas, cintas transportadoras y tranvías.

⊗ Líneas áreas y actividades de apoyo:

- ◆ Oficinas de las líneas aéreas, dependencias para el despacho de pasajeros y equipaje, telecomunicaciones, oficina de planes de vuelo, instalaciones para descanso de tripulaciones, área administrativa de la línea área, aseo de directivos y tripulaciones, áreas de descanso y restaurantes.
- ◆ Oficinas de dirección del aeropuerto y oficinas para el personal de seguridad.
- ◆ Oficinas gubernamentales y áreas de apoyo para el personal que trabaja en aduanas, inmigración y control del tráfico aéreo.
- ◆ Sistemas de señalización para el público, indicadores, signos, información de vuelos, etc.
- ◆ Áreas para las oficinas del personal de mantenimiento y almacén de equipos de mantenimiento.



Instalaciones

Una vez definidas la características y tipo de edificación mas conveniente para la construcción de la ampliación del edificio de pasajeros, este también requerirá de ampliación de instalaciones básicas y especiales para su funcionamiento y operación:

- ⊕ Instalaciones Eléctricas .- se deben proyectar elementos estructurales para albergar dispositivos que den servicio para la nueva demanda de energía eléctrica, tales como estaciones eléctricas. El aeropuerto debe contar con dos tipo de redes conectadas como son:
 - Red prioritaria .- se encarga de alimentar a las ayudas de aterrizaje como: el balizaje y a las ayudas de navegación (ILS, VOR, Torre de control, Radiobaliza, Metereologia, etc.). Esta red es por medio de un sistema subterráneo, a través de ductos, que debe garantizar un suministro seguro y confiable.
 - Red general.- alimenta las exigencias de las instalaciones de infraestructura como son: edificio de pasajeros, hangares, calles de acceso, plataformas de estacionamientos, etc.
- ⊕ Instalación de servicio Telefónico .- líneas necesarias a las comunicaciones encargadas de las seguridad del área, en particular:
 - Los enlaces torre de control, meteorología, etc.
 - Los enlaces torre de control, CREI.
 - Los enlaces con los centros de socorro de urgencia.

✦ Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

- Sistema de abastecimiento de agua potable .- es primordial determinar las necesidades de suministro de este servicio y luego las instalaciones destinadas a asegurar dichas necesidades:
 - Consumo para el personal que reside en el aeropuerto, así como los servicios de restaurantes, autoservicios, etc.
 - Instalaciones sanitarias
 - Limpiezas de instalaciones
 - Lavado de instalaciones de mantenimiento (hangares, talleres, etc.)
 - Lavado de vehículos, aeronaves, maquinarias, etc.
 - Riego de césped
 - Protección contra incendios

- Sistema de evacuación de aguas pluviales y sanitarias

Para la parte del análisis de costos de obra, se propone un catalogo de conceptos general para la elaboración del presupuesto de una edificación, ya que el proyecto ejecutivo requiere de estudios previos, análisis detallados de los sistemas que componen la edificación tales como: estudios de mecánica de suelos para el diseño de la cimentación; análisis y diseño estructural para la superestructura; ingeniería ambiental, electromecánica y telecomunicaciones para el diseño de las instalaciones, proyecto arquitectónico para definir y diseñar las áreas necesarias y mínimas a utilizar en el edificio; etc. Por lo cual no se hace un análisis detallado y complejo para el proyecto ejecutivo, sin embargo este debe proyectarse de acuerdo a la planeación estudiada en este trabajo.

Catalogo General de Conceptos

- I.- Preliminares
- II.- Cimentación
- III.- Superestructura
- IV.- Albañilería
- V.- Instalación Hidráulica y Sanitaria
- VI.- Instalación Eléctrica
- VII.- Instalaciones Especiales:
 - VII.1.- Instalación de voz y datos
 - VII.2.- Instalación de sonido
 - VII.3.- Instalación de circuito cerrado
 - VII.4.- Instalación de aire acondicionado
- VIII.- Acabados
- IX.- Carpintería
- X.- Cancelaría y Herrería
- XI.- Obras Exteriores

c) Impacto ambiental

Durante la construcción

◆ Consumo de Espacio
El espacio para realizar la ampliación del edificio terminal es de 3,968.0 m², el cual solo representa el 0.095% del total de la superficie del aeropuerto (419 ha.). Por lo cual no representa un consumo de espacio considerable para tomar medidas especiales.

◆ Erosión de suelos
El espacio de superficie para la ampliación del edificio se ubicara en el extremo derecho de este, y se supone que existan áreas verdes con vegetación del lugar como son pastizales y matorrales por estar cercano a las instalaciones. Sin embargo la superficie degradada del suelo, como ya se menciona no será excesiva, y una vez terminada la construcción de la ampliación se plantara árboles y pasto en las áreas cercanas a las instalaciones.

◆ Contaminación por ruido
Los ruidos que se producirán por la construcción para la ampliación del edificio terminal afectarán a los pasajeros y personal del edificio por encontrarse cerca de la construcción, entre los principales se mencionan los siguientes:

- Los producidos por las maquinas para la excavación de la cimentación.
- Las propias maniobras que requiere la construcción como el movimiento de materiales, la mano de obra, los medios de transportes, etc, ocasionaran ruido, pero se considera que serán de pequeña escala, en comparación con obras mas grandes o complejas.
- Los ruidos que se producirán por la demolición de los muros para unir la nueva construcción.

No hay un método especial para reducir estos ruidos, ya que son propios de la construcción, sin embargo pueden proponerse horarios mas flexibles (en horas no pico) para manejar aquellas maquinas y equipos que producen el mayor ruido.

◆ Molestias a los usuarios
Entre las principales molestias que ocasionara la construcción de la ampliación a los usuarios es el ruido, ya mencionado anteriormente; el polvo de los materiales utilizados para la construcción y de la tierra por la excavación, la reubicación de las nuevas áreas diseñadas para un mejor sistema del flujo de pasajeros cuando este terminada la ampliación, entre los principales.

Durante la operación

● Contaminación por basura

Los volúmenes de basura que se acumularan por los depósitos de los pasajeros y de la generada en el edificio terminal no será suficiente, ya que la mayoría de los pasajeros que utilizan el aeropuerto son del tipo ejecutivo que no llevan mucho equipaje o basura que tengan que desechar. Para almacenar la basura captada en el edificio durante el día se hará por medio de contenedores lejanos de las instalaciones, donde después serán vaciados en camiones para llevarla a depósitos, tiraderos de basura, o a rellenos sanitarios en caso de existir.

● Uso del agua

El pronóstico de pasajeros horarios estima que durante el horizonte de planeación el máximo número de pasajeros en horas pico será de 255, además del propio personal que administrara el aeropuerto. Estos harán uso del agua para satisfacer necesidades propias y del aeropuerto, lo cual no representa un gasto de agua considerable, además de que las aguas negras son depositadas en una planta de tratamiento de aguas residuales recién construida, con la ventaja de reutilizar el agua tratada en las áreas verdes y para la limpieza de las aeronaves.

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES

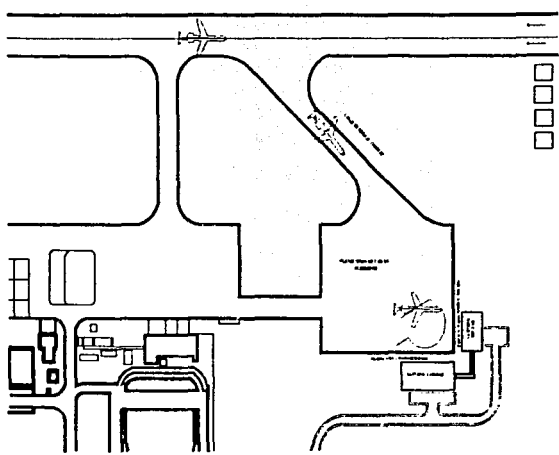
TESIS PROFESIONAL
"PROYECTO DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO:
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO

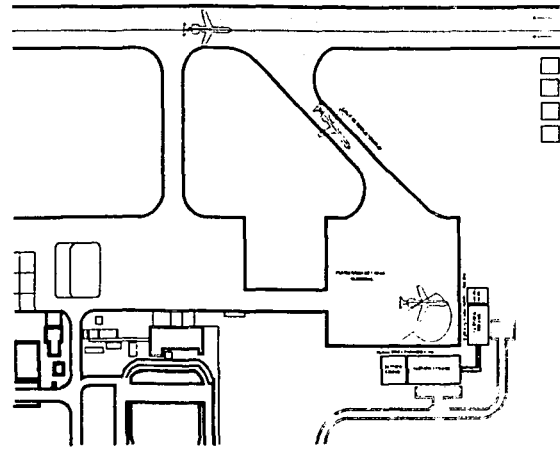
CONSTRUCCIÓN:
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

CIUDAD: REYNOSA, TAMAULIPAS	CLAVE: CDC-01
DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS FERRATE POCHA	

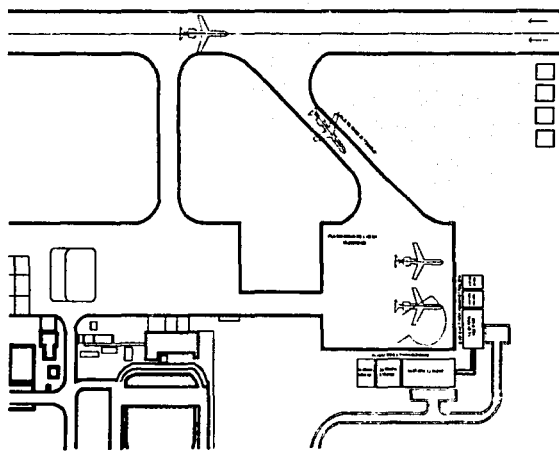
ESCALA GRAFICA



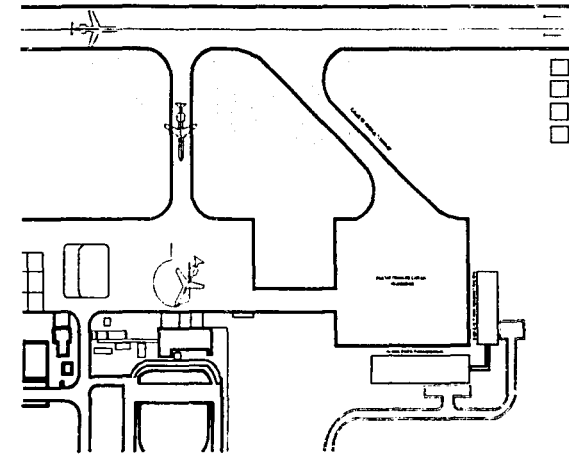
PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA



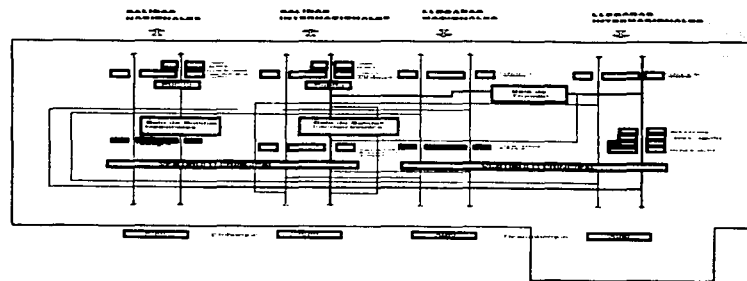
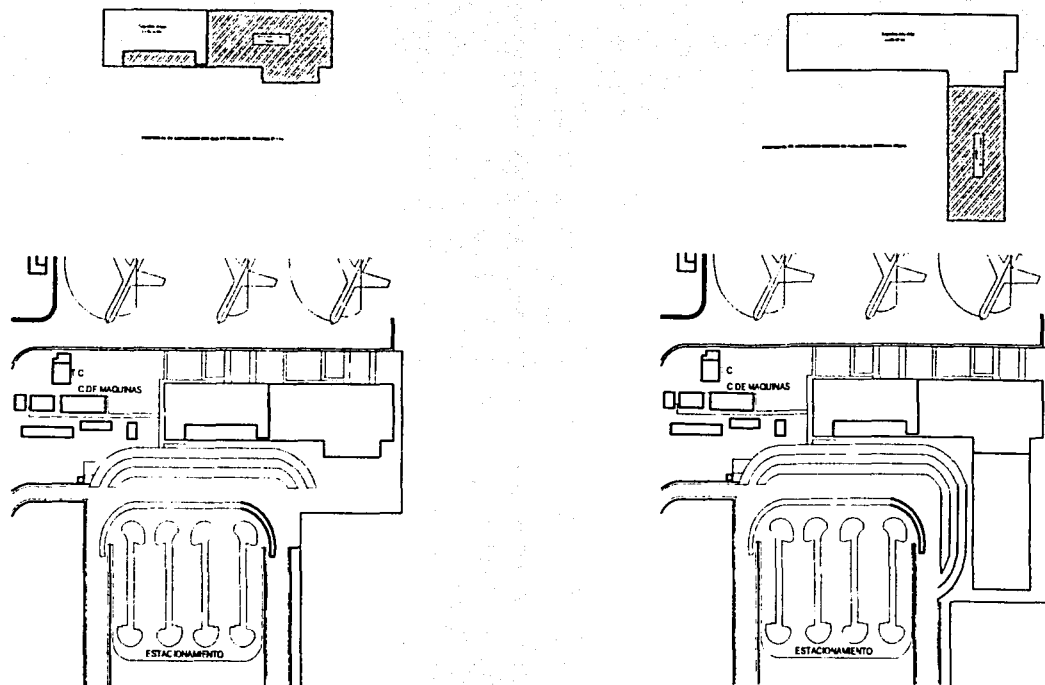
SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA



TERCERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA



MODALIDAD. PLATAFORMA COMERCIAL - PLATAFORMA DE CARGA



————— Pasajeros Internacionales
 ————— Pasajeros Nacionales
 ————— Equipajes Internacionales
 ————— Equipajes Nacionales

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES

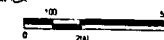
TESIS PROFESIONAL
 "PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
 PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

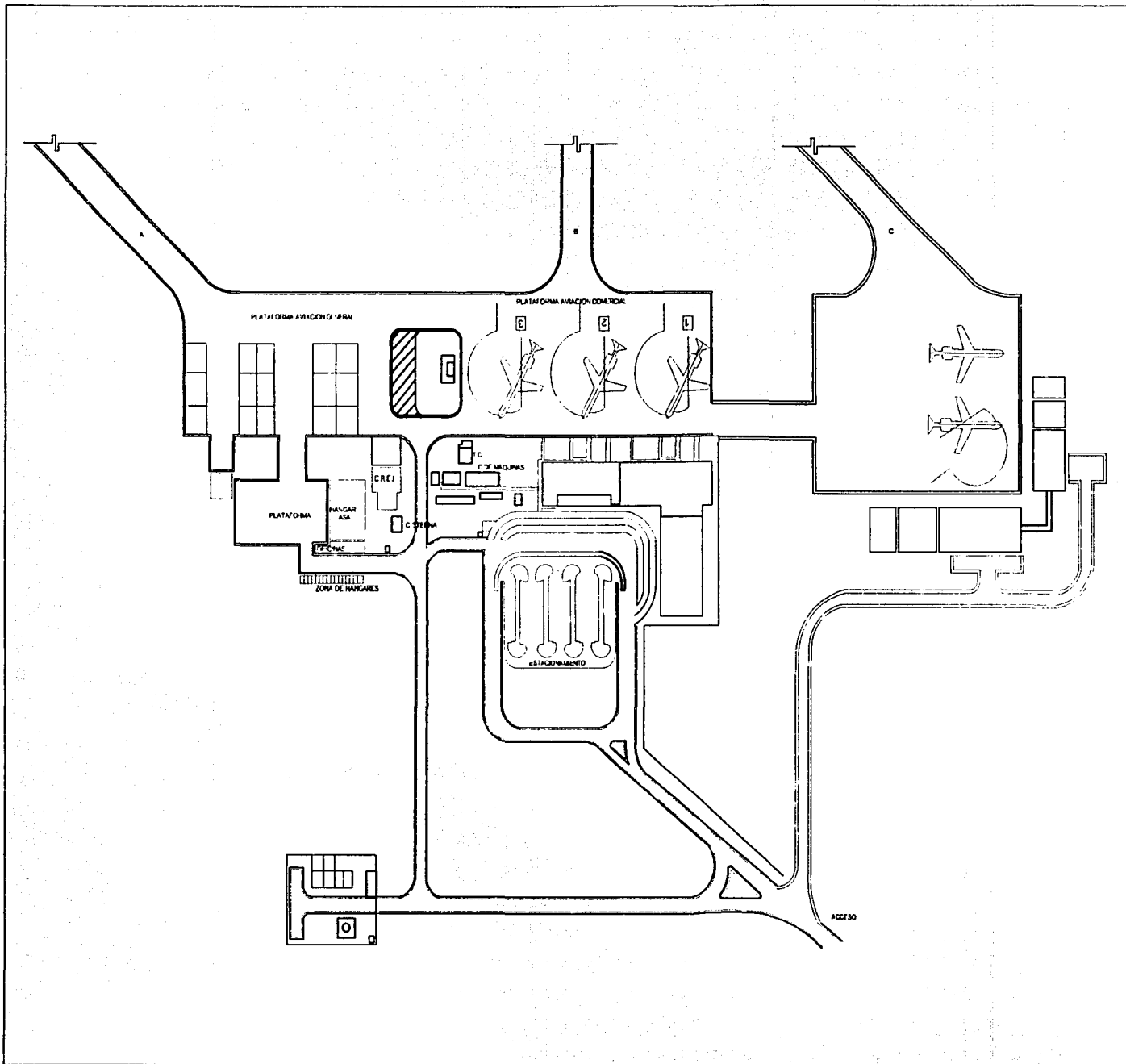
ALUMNO:
 JORGE ANTONIO ELIZALDE TADCO

AMPLIACION EDIFICIO DE PASAJEROS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE REYNOSA
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 AEP-1

ESCALA GRÁFICA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES

TESIS PROFESIONAL

"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO

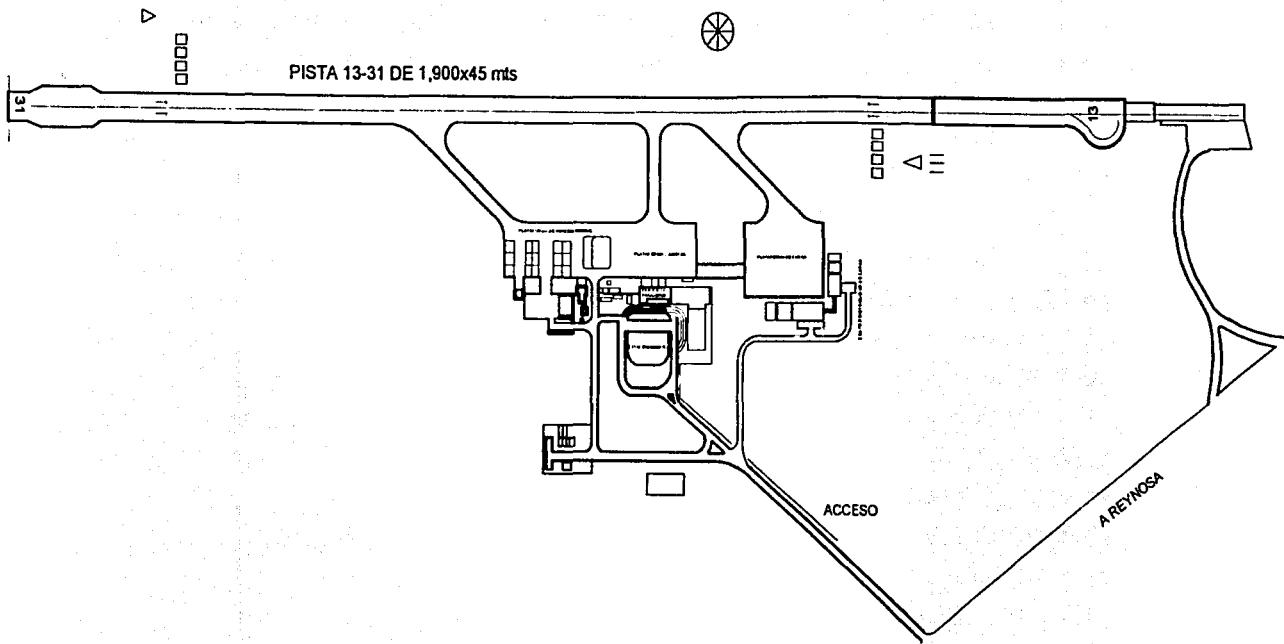
JORGE ANTONIO ELIZAI DE TADEO

AMPLIACIÓN: ZONA TERMINAL

ESTADO	COAHUILA
MUNICIPIO	REYNOSA
UBICACIÓN	ALAS
PROYECTO	ZT-2
PROFESOR	ING. LUIS ZARATE FLORES
FECHA	

ESCALA GRAFICA





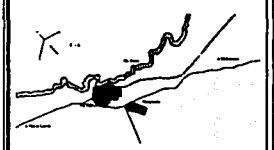
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ORIENTACIÓN



NORTE

PLANO DE LOCALIZACION



ESPECIFICACIONES

TESIS PROFESIONAL
"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE REYNOSA"

ALUMNO:
JORGE ANTONIO ELIZALDE TADEO

PLANO GENERAL
PROPUESTA DE AMPLIACIONES

REYNOSA, TAMAULIPAS	CLAVE
DIRECTOR DE TESIS:	PG-02
ING. LUIS ZARATE HERRERA	

ESCALA GRAFICA

5-Mar-2002

**RESUMEN DEL DESARROLLO POR ETAPAS:
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA**

ELEMENTOS	CAPACIDAD ACTUAL		PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	TERCERA ETAPA	MAXIMO DESARROLLO
			Inicio de construcción 2002	Inicio de construcción 2007	Inicio de construcción 2011	
			Puesta en operación 2003	Puesta en operación 2007	Puesta en operación 2011	
			Capacidad 2006	Capacidad 2010	Capacidad 2016	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad

ZONA AERONAUTICA:						
AMPLIACION DE PISTA	M2	85,500.00	11,250.00			96,750.00
REFUERZO DE PISTA	M2	0.00	85,500.00			85,500.00
CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"	M2	0.00	5,290.00			5,290.00
PLATAFORMA DE CARGA	M2	0.00	15,990.00			15,990.00

ZONA TERMINAL:						
ESTRUCTURAS PARA ADMINISTRACION	M2	0.00	1,159.25	538.01	367.71	2,064.97
ALMACENES PARA BODEGAS	M2	0.00	579.62	269.00	183.86	1,032.48
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION						

5-Mar-2002

**RESUMEN DEL DESARROLLO POR ETAPAS:
EDIFICIO DE PASAJEROS**

ELEMENTOS	CAPACIDAD ACTUAL		PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	MAXIMO DESARROLLO
			Inicio de construcción 2002	Inicio de construcción 2005	
			Puesta en operación 2003	Puesta en operación 2006	
			Capacidad 2005	Capacidad 2015	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad

ZONA TERMINAL:					
AMPLIACION EDIFICIO DE PASAJEROS	M2	1,140.00	2,165.07	1,803.13	5,108.20

CAPITULO V EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA.

V.1 Programa de Inversiones Requeridas.

Para llegar a un programa de inversiones es necesario estimar un presupuesto y a su vez un programa de obra para las ampliaciones y construcciones nuevas que requiera el aeropuerto en sus etapas de desarrollo. Para esto se plantea un presupuesto y programa de obra que abarque solamente la construcción de las estructuras y sistemas básicos para la operación y administración del centro distribuidor de carga; y otro presupuesto y programa para la ampliación de las estructuras y sistemas del edificio de pasajeros.

La justificación de realizar dos presupuesto se basa en la necesidad de evaluar cada elemento como un proyecto independiente y así poder establecer los criterios factibilidad y rentabilidad de cada uno de ellos.

Presupuesto y Programa de Obra para el Centro Distribuidor de Carga

El presupuesto y programa de obra para el centro distribuidor de carga esta compuesto por tres subpresupuestos y subprogramas, de acuerdo al desarrollo por etapas estudiado en el capítulo anterior:

- Presupuesto y Programa de obra: 1ª. Etapa de construcción para el centro distribuidor de carga.
- Presupuesto y Programa de obra: 2ª. Etapa de construcción para el centro distribuidor de carga.
- Presupuesto y Programa de obra: 3ª. Etapa de construcción para el centro distribuidor de carga.

Presupuesto y Programa de obra: 1era. Etapa de construcción para el centro distribuidor de carga.

Este presupuesto y programa de obra es el mas detallado de los tres, y contiene la mayor parte de la inversión del presupuesto y programa total, ya que para comenzar a operar el centro distribuidor de carga es necesario contar con mayoría de la infraestructura para mover los volúmenes de carga propuestos. Así, se propone un conjunto de partidas básicas de obras civiles y edificaciones, para la estimación del presupuesto y programa de obra:

- ⊙ Ampliación de pista
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Cimentación
 - ◆ Pavimentos
 - ◆ Instalaciones y obras especiales

- ⊖ Refuerzo de pista existente
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Pavimentos

- ⊖ Construcción de calle de rodaje C “Charlie”
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Cimentación
 - ◆ Pavimentos
 - ◆ Instalaciones y obras especiales

- ⊖ Construcción de plataforma para carga.
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Cimentación
 - ◆ Pavimentos
 - ◆ Instalaciones y obras especiales

- ⊖ Estructuras para la administración del movimiento de carga
 - Construcción de nave industrial para almacenes
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Cimentación
 - ◆ Estructura
 - ◆ Albañilería
 - ◆ Instalación hidráulica y sanitaria
 - ◆ Instalación Eléctrica
 - ◆ Instalaciones especiales
 - ◆ Acabados
 - ◆ Obras exteriores

 - Construcción de edificio para tramites y logística
 - ◆ Preliminares
 - ◆ Cimentación
 - ◆ Estructura
 - ◆ Albañilería
 - ◆ Instalación hidráulica y sanitaria
 - ◆ Instalación Eléctrica
 - ◆ Instalaciones especiales
 - ◆ Acabados
 - ◆ Obras exteriores

Los volúmenes de obra para estas partidas se estiman con las superficies y espesores de pavimentos requeridos y estudiados en el capítulo anterior.

Volumenes de Obra

Pista

Ampliacion de pista		Ancho [m]	Longitud [m]	Espesor [m]	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]		Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Zona Critica									
	Carpeta	18.00	250.00	0.10	4,500.00	450.00	Carpeta	11,250.00	1,012.50
	Base	18.00	250.00	0.32	4,500.00	1,440.00	Base	11,250.00	3,037.50
	Sub-base	18.00	250.00	0.24	4,500.00	1,080.00	Sub-base	11,250.00	3,375.00
Zona de Transicion								11,250.00	7,425.00
	Carpeta	9.00	250.00	0.09	2,250.00	202.50			
	Base	9.00	250.00	0.27	2,250.00	607.50			
	Sub-base	9.00	250.00	0.30	2,250.00	675.00			
Zona No Critica									
	Carpeta	18.00	250.00	0.08	4,500.00	360.00			
	Base	18.00	250.00	0.22	4,500.00	990.00			
	Sub-base	18.00	250.00	0.36	4,500.00	1,620.00			
Refuerzo de Pista		Ancho [m]	Longitud [m]	Espesor [m]	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]		Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Zona Critica									
	Carpeta	18.00	1,900.00	0.05	34,200.00	1,710.00	Carpeta	85,500.00	3,847.50
Zona de Transicion									
	Carpeta	9.00	1,900.00	0.05	17,100.00	769.50			
Zona No Critica									
	Carpeta	18.00	1,900.00	0.04	34,200.00	1,368.00			

Calle de Rodaje

Nueva rodaje de salida C"Charlie"		Ancho [m]	Longitud [m]	Espesor [m]	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]		Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Zona de Transicion									
	Carpeta	23.00	4.50	0.08	103.50	8.28	Carpeta	5,290.00	423.20
	Base	23.00	4.50	0.25	103.50	25.88	Base	5,290.00	1,478.10
	Sub-base	23.00	4.50	0.33	103.50	34.16	Sub-base	5,290.00	1,590.11
Zona No Critica								5,290.00	3,491.40
	Carpeta	23.00	225.50	0.08	5,186.50	414.92			
	Base	23.00	225.50	0.28	5,186.50	1,452.22			
	Sub-base	23.00	225.50	0.30	5,186.50	1,555.95			

Plataforma de Carga

Nueva Plataforma para carga		Ancho [m]	Largo [m]	Espesor [m]	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]		Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Zona Critica									
	Losa de concreto	82.00	195.00	0.38	15,990.00	6,076.20	Losa de concreto	15,990.00	6,076.20
	Base	82.00	195.00	0.23	15,990.00	3,677.70	Base	15,990.00	3,677.70
								15,990.00	9,753.90

La estimación del presupuesto de obra para las partidas ampliación de pista, refuerzo de pista, construcción de calle de rodaje C "Charlie" y construcción de plataforma de carga; se realiza mediante la ayuda del programa de Precios Unitarios "Neodata" y con el catálogo de conceptos "Bimsa" (con precios de Enero 2002).

Por otra parte la estimación de la partida estructuras para la administración del movimiento de carga (construcción de nave industrial para almacenes y edificio para trámites y logística) se realiza estandarizando un costo por metro cuadrado de construcción de acuerdo al tipo de edificación, publicado por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción CMIC, multiplicando dicho costo por la superficie requerida, se obtiene un monto total y se estiman porcentajes a las subpartidas para obtener un presupuesto de obra general, ya que no se cuenta con un proyecto ejecutivo, en el caso de las edificaciones, para obtener un catálogo más completo.

Costos por m² de construcción

Correspondientes al mes de diciembre 2001 enero 2002.

TIPO DE EDIFICACION	DIC 01 \$/M2	ENE 02 \$/M2
CASA POPULAR EN 36 M2	2,582.65	2,649.33
CASA ECONOMICA EN 49 M2	3,361.89	3,455.36
CASA MEDIA EN 230 M2	4,937.00	5,066.88
CASA DE LUJO EN 500 M2	7,978.02	8,120.30
VIVIENDA CUADRUPLIX EN 257.20 M2	2,530.79	2,625.33
EDIFICIO EN 3,780 M2 CON 20 DEPARTAMENTOS DE 120 M2	4,524.48	4,619.40
EDIFICIO EN 11,269 M2 CON 21 DEPARTAMENTOS DE 391 M2	5,689.36	5,792.86
EDIFICIO OFICINAS EN 4,860 M2 CLASE MEDIA	4,574.03	4,615.45
EDIFICIO OFICINAS EN 4,860 M2 CLASE SEMILUJO	5,596.19	5,686.01
HOTEL 3 ESTRELLAS EN 4,088 M2 PARA 72 HABITACIONES	5,075.10	5,162.50
ESCUELA EN 4,409 M2 PARA 900 ALUMNOS	4,587.81	4,660.76
BODEGA NAVE INDUSTRIAL MEDIA EN 1,760 M2 CON OFICINAS	3,250.77	3,311.77
BODEGA NAVE INDUSTRIAL MEDIA EN 1,760 M2 SIN OFICINAS	2,337.63	2,378.23

NOTA : ESTOS PRECIOS INCLUYEN LOS SIGUIENTES PARAMETROS :

INDIRECTOS Y UTILIDAD DE CONTRATISTAS :

24.00%

IMPUESTO AL VALOR AGREGADO :

No Incluye.

FUENTE : BIMSA CMDG, S.A DE C.V. : extracto de "COSTOS POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCION".

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción CMIC

Los tipos de edificaciones que se tomaron como referencia de la publicación de la CMIC para las estimaciones, fueron “Bodega Nave Industrial Media en 1,760 m2 sin oficinas” para la construcción de nave industrial de almacenes; y “Edificio Oficinas en 4,860 m2 Clase Media” para el edificio de trámites y logística.

El programa de obra se estima tomando en cuenta los volúmenes de obra de las partidas del presupuesto; y planeando una ruta crítica que al mismo tiempo optimice las cuadrillas de preliminares, excavación, cimentación, estructuras, albañilería, instalaciones, acabados, etc. Por ejemplo, se pretende que la cuadrilla de excavación comience con la ampliación de la pista y mientras está terminada, la de cimentación entra simultáneamente; una vez que termina la cuadrilla de excavación en la ampliación de pista se pasa a la plataforma de carga, donde permanecerá hasta su etapa final y en ese momento la cuadrilla de cimentación comenzara simultáneamente en la plataforma de carga, después de haber terminado con la ampliación de la pista.

De esa manera, no habrá dos o más cuadrillas de cada categoría para realizar simultáneamente las partidas iguales en los distintos elementos. Sin embargo habrá variación y holguras en los tiempos de ejecución, los cuales harán que las cuadrillas tengan que adelantarse o esperar, para entrar al elemento a ampliar o a construir, ya que existen principalmente tres tipos de procesos constructivos (terraceras, pavimentos y edificaciones) para el centro distribuidor de carga.

Presupuesto y Programa de obra: 2ª. y 3ª. Etapa de construcción para el centro distribuidor de carga.

Estos dos presupuestos y programas de obras son más sencillos, ya que solo representan la continuación del desarrollo por etapas (ampliaciones) de la partida “estructuras para la administración del movimiento de carga (construcción de nave industrial para almacenes y edificio para tramites y logística)”, debido a que las demás partidas concluyeron su máximo desarrollo en la primera etapa. Para estimar estos presupuestos y programas de obra se prosigue de la misma manera que el desarrollo de la primera etapa, considerando ahora las nuevas superficies que se determinaron en la segunda y tercera etapa de desarrollo, respectivamente.

5-Mar-2002

PRESUPUESTO DE OBRA
1era. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
AMPLIACION DE PISTA 13-31					
	Superficie [m2]:		11,250.00		
	Inicio de Construccion:		2002		
PRELIMINARES					
LZ0008	Trazo y nivelacion topografica del terreno, para estructuras, estableciendo ejes y referencias, para superficies mayores a 900 m2, incluye: materiales, mano de obra y equipo	m2	11,250.00	\$3.28	\$36,900.00
TERR009	Despalme 20cm espesor c/maquina material "A" desperdiciando el material p/desplante de terraplenes acarreo libre a 50 m	m3	2,250.00	\$6.89	\$15,502.50
Total PRELIMINARES					\$52,402.50
CIMENTACION					
AGPO014	Excavacion con maquina material tipo "A" seco cepa hasta 8 mts. medida en banco incluye: afloje y extraccion, amacice y limpieza de la plantilla y taludes carga a camion a un lado de la zanja acarreo a 10m.	m3	7,425.00	\$22.49	\$166,988.25
ACA0056	Acarreo camion 1er.km material producto excavacion, arena, grava y cascajo volumen suelto camino plano pavimentado incluye: carga a mano y descarga volteo.	m3	7,425.00	\$29.82	\$221,413.50
TERR013	Formacion y compactacion de terraplenes con medios mecanicos mejoramiento del terreno natural, incluye: acarreo, acamellonado, mezclado y tendido al 90% prueba proctor standar con tepetate de banco.	m3	5,625.00	\$137.66	\$774,337.50
Total CIMENTACION					\$1,162,739.25
PAVIMENTOS					
TERR020	Sub-base de grava controlada cementada en capas de 20cm a de espesor compactada, al 95% prueba proctor standar.	m3	3,375.00	\$180.68	\$609,795.00
TERR025	Base de grava controlada cementada en capas de 20cm. compactada al 98% proctor.	m3	3,037.50	\$182.94	\$555,680.25
TERR029	Riego de liga a base de asfalto fr.3, en proporcion 1.00 l/m2, incluye: barrido de la superficie, material, equipo con operacion, mano de obra y herramienta.	m2	11,250.00	\$5.63	\$63,337.50
TERR030	Carpeta de 10 cm concreto asfaltico, con mezcla asfaltica elaborada enplanta con cemento asfaltico del no.8 y acarreo a 10 km. incluye: barrido de la carpeta, desperdicio, equipo mayor y mano de obra.	m2	11,250.00	\$47.22	\$531,225.00
Total PAVIMENTOS					\$1,760,037.76
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					
IE01	Obras de Drenaje. canales a cielo abierto longitudinalmente a el eje de la pista	lote	1.00	\$233,581.75	\$233,581.75

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
IE02	Instalacion Electrica para la ampliacion del sistema de ayudas visuales luminosas: borde de pista, umbral de pista y sistema de luces de aproximacion.	lote	1.00	\$408,768.06	\$408,768.06
IE03	Obras de señalizacion para la ampliacion del sistema de ayudas visuales no luminosas: señalamiento vertical y señalamiento horizontal (franjas de pintura en el pavimento).	lote	1.00	\$58,395.44	\$58,395.44
Total INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					\$700,745.26
Total AMPLIACION DE PISTA 13-31					\$3,675,924.75

REFUERZO DE PISTA 13-31

Superficie [m2]: 85,500.00
 Inicio de Construccion: 2002

PRELIMINARES					
LZ0008	Trazo y nivelacion topografica del terreno, para estructuras, estableciendo ejes y referencias, para superficies mayores a 900 m2, incluye: materiales, mano de obra y equipo.	m2	85,500.00	\$3.28	\$280,440.00
Total PRELIMINARES					\$280,440.00

PAVIMENTOS

TERR029	Riego de liga a base de asfalto fr.3, en proporcion 1.00 l/m2, incluye: barrido de la superficie, material, equipo con operacion, mano de obra y herramienta.	m2	85,500.00	\$5.63	\$481,365.00
TERR030	Carpeta de 10 cm concreto asphaltico, con mezcla asphaltica elaborada en planta con cemento asphaltico del no.6 y acarreo a 10 km. incluye: barrido de la carpeta, desperdicio, equipo mayor y mano de obra.	m2	85,500.00	\$47.22	\$4,037,310.00
Total PAVIMENTOS					\$4,518,675.00

Total REFUERZO DE PISTA 13-31

\$4,799,115.00

CONSTRUCCION DE CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"

Superficie [m2]: 5,290.00
 Inicio de Construccion: 2002

PRELIMINARES					
LZ0008	Trazo y nivelacion topografica del terreno, para estructuras, estableciendo ejes y referencias, para superficies mayores a 900 m2, incluye: materiales, mano de obra y equipo.	m2	5,290.00	\$3.28	\$17,351.20
TERR009	Despalme 20cm. espesor c/maquina material "A" desperdiciando el material p/desplante de terraplenes acarreo libre a 50 m.	m3	1,058.00	\$6.89	\$7,289.62
Total PRELIMINARES					\$24,640.82

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
CIMENTACION					
AGPO014	Excavacion con maquina material tipo "A" seco capa hasta 8 mts. medida en banco incluye: afloje y extraccion, amacice y limpieza de la plantilla y taludes carga a camion a un lado de la zanja acarreo a 10m.	m3	3,491.40	\$22.49	\$78,521.59
ACA0056	Acarreo camion 1er.km material producto excavacion, arena, grava y cascajo volumen suelto camino plano pavimentado incluye: carga a mano y descarga volteo.	m3	3,491.40	\$29.82	\$104,113.55
TERR013	Formacion y compactacion de terraplenes con medios mecanicos mejoramiento del terreno natural, incluye: acarreo, acameillonado, mezclado y tendido al 90% prueba proctor standar con tepelate de banco.	m3	793.50	\$137.66	\$109,233.21
Total CIMENTACION					\$291,868.34
PAVIMENTOS					
TERR020	Sub-base de grava controlada cementada en capas de 20cm.a de espesor compactada, al 95% prueba proctor standar.	m3	1,590.11	\$180.68	\$287,301.07
TERR025	Base de grava controlada cementada en capas de 20cm. compactada al 98% proctor	m3	1,478.10	\$182.94	\$270,403.61
TERR029	Riego de liga a base de asfalto fr 3. en proporcion 1.00 l/m2, incluye: barrido de la superficie, material, equipo con operacion, mano de obre y herramienta.	m2	5,290.00	\$5.63	\$29,782.70
TERR030	Carpeta de 10 cm concreto asphaltico, con mezcla asphaltica elaborada enplanta con cemento asphaltico del no 6 y acarreo a 10 km. incluye barrido de la carpeta, desperdicio, equipo mayor y mano de obra	m2	5,290.00	\$47.22	\$249,793.80
Total PAVIMENTOS					\$837,281.19
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					
IE01	Obras de Drenaje: canales a cielo abierto longitudinalmente a el eje de la pista	lote	1.00	\$233,581.75	\$233,581.75
IE02	Instalacion Electrica para la ampliacion del sistema de ayudas visuales luminosas borde de pista, umbral de pista y sistema de luces de aproximacion	lote	1.00	\$408,768.08	\$408,768.08
IE03	Obras de señalizacion para la ampliacion del sistema de ayudas visuales no luminosos: señalamiento vertical y señalamiento horizontal (franjas de pintura en el pavimento).	lote	1.00	\$58,395.44	\$58,395.44
Total INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					\$700,745.26
Total CONSTRUCCION DE CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"					\$1,854,635.60

CONSTRUCCION DE PLATAFORMA PARA CARGA

Superficie [m2]: 15,990.00
Inicio de Construccion: 2002

PRELIMINARES

LTZ0008	Trazo y nivelacion topografica del terreno, para estructuras, estableciendo ejes y referencias, para superficies mayores a 900 m2, incluye: materiales, mano de obra y equipo	m2	15,990.00	\$3.28	\$52,447.20
---------	---	----	-----------	--------	-------------

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
TERR009	Despalme 20cm. espesor c/maquina material "A" desperdiciando el material p/desplante de terraplenes acarreo libre a 50 m.	m3	3,198.00	\$6.89	\$22,034.22
Total PRELIMINARES					\$74,481.42
CIMENTACION					
AGPO014	Excavacion con maquina material tipo "A" seco cepa hasta 8 mts. medida en banco incluye: afloje y extraccion, amacica y limpieza de la plantilla y taludes carga a camion a un lado de la zanja acarreo a 10m.	m3	9,753.90	\$22.49	\$219,365.21
ACA0058	Acarreo camion 1er.km material producto excavacion, arena, grava y cascajo volumen suelto camino plano pavimentado incluye: carga a mano y descarga volteo.	m3	9,753.90	\$29.82	\$290,861.30
TERR013	Formacion y compactacion de terraplenes con medios mecanicos mejoramiento del terreno natural, incluye: acarreo, acamellonado, mezclado y tendido al 90% prueba proctor standar con tepetate de banco.	m3	2,398.50	\$137.66	\$330,177.51
Total CIMENTACION					\$840,404.02
PAVIMENTOS					
TERR025	Base de grava controlada cementada en capas de 20cm. compactada al 98% proctor	m3	3,677.70	\$182.94	\$872,798.44
LOSACH	Losa de concreto hidraulico de 38 cm de espesor: armada con acero estructural fy=4200 kg/cm2, No.4 1/2" @ 30 cm, concreto hidraulico fc=250 kg/cm2, juntas longitudinales, transversales y de expansion y contraccion.	m2	15,990.00	\$250.00	\$3,997,500.00
Total PAVIMENTOS					\$4,670,296.44
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					
IE01	Obras de Drenaje: canales a cielo abierto longitudinalmente a el eje de la pista	lote	1.00	\$233,581.75	\$233,581.75
IE02	Instalacion Electrica para la ampliacion del sistema de ayudas visuales luminosas: borde de pista, umbral de pista y sistema de luces de aproximacion.	lote	1.00	\$408,768.06	\$408,768.06
IE03	Obras de señalizacion para la ampliacion del sistema de ayudas visuales no luminosos: señalamiento vertical y señalamiento horizontal (franjas de pintura en el pavimento)	lote	1.00	\$58,395.44	\$58,395.44
Total INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES					\$700,745.25
Total CONSTRUCCION DE PLATAFORMA PARA CARGA					\$6,285,929.13

ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 1ERA. ETAPA

CONSTRUCCION DE ALMACENES PARA BODEGAS

Superficie [m2]:	1,159.25
P.U. X m2 :	\$2,378.23
Inicio de Construccion:	2002

5.1.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$2,756,952.65	\$27,569.53
5.1.2	CIMENTACION	%	0.200	\$2,756,952.65	\$551,390.53

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
5.1.3	ESTRUCTURA	%	0.300	\$2,756,952.65	\$827,085.79
5.1.4	ALBAÑILERIA	%	0.040	\$2,756,952.65	\$110,278.11
5.1.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.040	\$2,756,952.65	\$110,278.11
5.1.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.100	\$2,756,952.65	\$275,695.26
5.1.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.150	\$2,756,952.65	\$413,542.90
5.1.8	ACABADOS	%	0.120	\$2,756,952.65	\$330,834.32
5.1.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$2,756,952.65	\$110,278.11

Total CONSTRUCCION DE ALMACENES PARA BODEGAS

\$2,756,952.65

CONSTRUCCION DE EDIFICIO PARA LA ADMINISTRACION DE CARGA

Superficie [m2]: 579.62
P.U. X m2 : \$4,615.45
Inicio de Construccion: 2002

5.2.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$2,675,220.04	\$26,752.20
5.2.2	CIMENTACION	%	0.180	\$2,675,220.04	\$428,035.21
5.2.3	ESTRUCTURA	%	0.220	\$2,675,220.04	\$588,548.41
5.2.4	ALBAÑILERIA	%	0.120	\$2,675,220.04	\$321,026.40
5.2.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.080	\$2,675,220.04	\$214,017.80
5.2.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.090	\$2,675,220.04	\$240,769.80
5.2.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.100	\$2,675,220.04	\$267,522.00
5.2.8	ACABADOS	%	0.180	\$2,675,220.04	\$481,539.61
5.2.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$2,675,220.04	\$107,008.80

Total CONSTRUCCION DE EDIFICIO PARA LA ADMINISTRACION DE CARGA

\$2,675,220.04

Total ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 1ERA

\$5,432,172.69

SUBTOTAL

\$22,047,677.17

I.V.A. 15.00%

\$3,307,151.55

Total del presupuesto

\$25,354,828.74

5-Mar-2002

RESUMEN DEL PRESUPUESTO:

1era. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

CONCEPTO	Importe
AMPLIACION DE PISTA	
PRELIMINARES	\$ 52,402.50
CIMENTACION	\$ 1,162,739.25
PAVIMENTOS	\$ 1,780,037.75
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES	\$ 700,745.25
Total AMPLIACION DE PISTA	\$ 3,675,924.75
REFUERZO DE PISTA	
PRELIMINARES	\$ 280,440.00
PAVIMENTOS	\$ 4,518,675.00
Total REFUERZO DE PISTA	\$ 4,799,115.00
CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"	
PRELIMINARES	\$ 24,640.82
CIMENTACION	\$ 291,868.34
PAVIMENTOS	\$ 837,281.19
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES	\$ 700,745.25
Total CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"	\$ 1,864,635.60
PLATAFORMA DE CARGA	
PRELIMINARES	\$ 74,481.42
CIMENTACION	\$ 840,404.02
PAVIMENTOS	\$ 4,670,298.44
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES	\$ 700,745.25
Total PLATAFORMA DE CARGA	\$ 6,285,929.13
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 1ERA. ETAPA	
ALMACEN PARA BODEGAS	\$ 2,756,952.65
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA	\$ 2,675,220.04
Total ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 1ERA. ETAPA	\$ 5,432,172.69
IMPORTE PRESUPUESTO	\$ 22,047,677.17
	16% I.V.A.
	\$ 3,307,161.68
TOTAL	\$ 25,354,838.74

Código	Descripción	Unidad	Volumen	Inicio	Fin	Importe	Jun-2002	Jul-2002	Ago-2002	Sep-2002	Oct-2002	Nov-2002	Dic-2002	Ene-2003	Feb-2003	Mar-2003	Abr-2003	May-2003	Jun-2003	Jul-2003	Ago-2003	Total				
INSTALACIONES Y OBRAS ESPECIALES																										
IE01	Obras de Drenaje	lote	1.00	01-Feb-03	11-Mar-03	\$ 233,581.75															100.00%					
IE02	Instalacion Electrica para las ayudas de	lote	1.00	01-Feb-03	20-Mar-03	\$ 408,768.06									72.73%						27.27%	100.00%				
IE03	Obras de señalizacion para la ambulacion	lote	1.00	01-Mar-03	28-Mar-03	\$ 58,395.44									58.54%						41.46%	100.00%				
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 1ERA ETAPA																										
ALMACEN PARA BODEGAS PRELIMINARES																										
511	ALMACEN PARA BODEGAS PRELIMINARES	%	0.01	01-Nov-02	23-Nov-02	\$ 45,949.78															100.00%					
512	CIMENTACION	%	0.20	14-Nov-02	14-Feb-03	\$ 918,895.50									18.75%	32.50%	33.75%				15.00%	100.00%				
513	ESTRUCTURA	%	0.30	01-Ene-03	22-Mar-03	\$ 1,378,483.42									38.57%	34.29%					27.14%	100.00%				
514	ALBAÑILERIA	%	0.04	01-Mar-03	04-Abr-03	\$ 183,799.12															86.67%	13.33%	100.00%			
515	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.04	14-Feb-03	11-Abr-03	\$ 183,799.12									28.53%	53.06%						20.41%	100.00%			
516	INSTALACION ELECTRICA	%	0.10	14-Feb-03	24-Abr-03	\$ 458,487.80									21.67%	43.33%						35.00%	100.00%			
517	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.15	14-Feb-03	24-Abr-03	\$ 689,246.70									21.67%	43.33%						35.00%	100.00%			
518	ACABADOS	%	0.12	01-Abr-03	16-May-03	\$ 551,387.38																85.00%	15.00%	100.00%		
519	OBRAS EXTERIORES	%	0.04	01-Abr-03	05-May-03	\$ 183,799.12																86.67%	13.33%	100.00%		
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA PRELIMINARES																										
521	EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA PRELIMINARES	%	0.01	02-Ene-03	18-Ene-03	\$ 54,828.86																100.00%				
522	CIMENTACION	%	0.18	13-Ene-03	03-Abr-03	\$ 878,829.78									24.26%	34.26%	37.14%					1.28%	100.00%			
523	ESTRUCTURA	%	0.22	03-Mar-03	10-May-03	\$ 1,208,390.82																41.67%	43.33%	15.00%	100.00%	
524	ALBAÑILERIA	%	0.12	01-Abr-03	28-May-03	\$ 658,122.32																52.00%	48.00%	100.00%		
525	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.08	01-May-03	27-Jun-03	\$ 438,414.88																54.00%	46.00%	100.00%		
526	INSTALACION ELECTRICA	%	0.09	01-May-03	09-Jul-03	\$ 454,341.74																45.00%	41.67%	13.33%	100.00%	
527	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.10	01-May-03	09-Jul-03	\$ 549,288.60																45.00%	41.67%	13.33%	100.00%	
528	ACABADOS	%	0.18	02-Jun-03	21-Ago-03	\$ 988,683.48																35.71%	38.57%	25.72%	100.00%	
529	OBRAS EXTERIORES	%	0.04	02-Jul-03	30-Jul-03	\$ 218,707.44																	100.00%	100.00%		
TOTAL DEL PRESUPUESTO ACUMULADO							\$194,881.38	\$268,271.88	\$2,084,891.42	\$4,782,464.43	\$5,488,739.45	\$2,193,836.53	\$1,342,344.82	\$3,712,888.18	\$3,458,882.44	\$2,258,838.88	\$1,885,483.44	\$1,421,888.48	\$862,231.28	\$738,884.88	\$254,311.38					
PORCENTAJE PERIODO							0.35%	0.81%	8.88%	18.71%	19.73%	7.42%	4.54%	12.58%	11.88%	7.81%	6.28%	4.81%	3.35%	2.58%	0.88%					
PORCENTAJE ACUMULADO							0.35%	1.24%	18.34%	28.55%	28.78%	45.20%	58.24%	62.88%	74.67%	82.48%	89.49%	93.28%	96.64%	98.14%	99.14%	100.00%				

5-Mar-2002

PRESUPUESTO DE OBRA
2a. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Monto	Importe
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 2A. ETAPA					
ALMACEN PARA BODEGAS					
	Superficie [m2]:		538.01		
	P.U. X m2 :			\$2,378.23	
	Inicio de Construccion:			2007	
5.1.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$1,279,501.72	\$12,795.02
5.1.2	CIMENTACION	%	0.200	\$1,279,501.72	\$255,900.34
5.1.3	ESTRUCTURA	%	0.300	\$1,279,501.72	\$383,850.52
5.1.4	ALBAÑILERIA	%	0.040	\$1,279,501.72	\$51,180.07
5.1.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.040	\$1,279,501.72	\$51,180.07
5.1.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.100	\$1,279,501.72	\$127,950.17
5.1.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.150	\$1,279,501.72	\$191,925.28
5.1.8	ACABADOS	%	0.120	\$1,279,501.72	\$153,540.21
5.1.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$1,279,501.72	\$51,180.07
Total ALMACEN PARA BODEGAS					\$1,279,501.72
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA					
	Superficie [m2]:		269.00		
	P.U. X m2 :			\$4,615.45	
	Inicio de Construccion:			2007	
5.2.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$1,241,569.62	\$12,415.70
5.2.2	CIMENTACION	%	0.160	\$1,241,569.62	\$198,651.14
5.2.3	ESTRUCTURA	%	0.220	\$1,241,569.62	\$273,145.32
5.2.4	ALBAÑILERIA	%	0.120	\$1,241,569.62	\$148,988.35
5.2.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.080	\$1,241,569.62	\$99,325.57
5.2.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.090	\$1,241,569.62	\$111,741.27
5.2.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.100	\$1,241,569.62	\$124,156.96
5.2.8	ACABADOS	%	0.160	\$1,241,569.62	\$223,482.53
5.2.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$1,241,569.62	\$49,662.78
Total EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA					\$1,241,569.62
Total ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 2A.					\$2,521,071.34
SUBTOTAL					\$2,521,071.34
I.V.A. 15.00%					\$378,160.70
Total del presupuesto					\$2,899,232.05

5-Mar-2007

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
2a. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	Ene-2007	Feb-2007	Mar-2007	Abr-2007	May-2007	Jun-2007	Jul-2007	Ago-2007	Sep-2007	Oct-2007	Total	
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 2A. ETAPA																
ALMACEN PARA BODEGAS																
511	PRELIMINARES	%	08-Ene-07	30-Ene-07	100.00%										100.00%	
512	CIMENTACION	%	22-Ene-07	24-Abr-07	11.25%	30.00%	33.75%	25.00%							100.00%	
513	ESTRUCTURA	%	01-Mar-07	01-Jun-07			33.75%	31.25%	33.75%	1.25%					100.00%	
514	ALBAÑILERIA	%	01-May-07	09-Jun-07					77.14%	22.86%					100.00%	
515	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	%	07-May-07	21-Jun-07					55.00%	45.00%					100.00%	
516	INSTALACION ELECTRICA	%	07-May-07	13-Jul-07					37.29%	44.07%	18.64%				100.00%	
517	INSTALACIONES ESPECIALES	%	07-May-07	14-Jul-07					36.67%	43.33%	20.00%				100.00%	
518	ACABADOS	%	04-Jun-07	31-Jul-07						48.00%	52.00%				100.00%	
519	OBRAS EXTERIORES	%	11-Jun-07	14-Jul-07						60.00%	40.00%				100.00%	
TOTAL ALMACEN PARA BODEGAS ACUMULADO					\$218,644.95	\$403,652.22	\$1,135,608.25	\$967,419.82	\$1,658,337.67	\$1,489,476.70	\$854,397.19					
PORCENTAJE PERIODO					3.25%	6.00%	16.68%	14.38%	24.65%	22.14%	12.70%					
PORCENTAJE ACUMULADO					3.25%	9.25%	26.13%	40.51%	65.16%	87.30%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%		
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA																
521	PRELIMINARES	%	02-Feb-07	02-Mar-07		92.00%	8.00%								100.00%	
522	CIMENTACION	%	02-Abr-07	03-Jul-07				31.25%	33.75%	32.50%	2.50%				100.00%	
523	ESTRUCTURA	%	02-May-07	21-Jul-07					37.14%	37.14%	25.72%				100.00%	
524	ALBAÑILERIA	%	01-Jun-07	03-Ago-07						47.27%	47.27%	5.46%			100.00%	
525	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	%	23-Jun-07	06-Ago-07						17.50%	65.00%	17.50%			100.00%	
526	INSTALACION ELECTRICA	%	23-Jun-07	31-Ago-07						11.67%	43.33%	45.00%			100.00%	
527	INSTALACIONES ESPECIALES	%	23-Jun-07	31-Ago-07						11.67%	43.33%	45.00%			100.00%	
528	ACABADOS	%	17-Jul-07	29-Sep-07							20.00%	41.54%	38.46%		100.00%	
529	OBRAS EXTERIORES	%	31-Jul-07	27-Ago-07							4.17%	95.83%			100.00%	
TOTAL EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA ACUMULADO					\$73,989.09	\$6,433.83	\$402,114.60	\$1,091,339.03	\$1,822,383.38	\$2,326,635.07	\$1,762,670.39	\$556,526.61				
PORCENTAJE PERIODO					0.92%	0.08%	5.00%	13.57%	22.66%	28.93%	21.92%	6.92%				
PORCENTAJE ACUMULADO					0.92%	1.00%	6.00%	19.57%	42.23%	71.16%	93.06%	100.00%	100.00%	100.00%		
TOTAL ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA ACUMULADO					\$218,644.95	\$477,641.31	\$1,142,042.08	\$1,369,534.42	\$2,749,676.90	\$3,311,860.08	\$3,181,032.26	\$1,762,870.39	\$656,526.61			
PORCENTAJE PERIODO					1.48%	3.23%	7.74%	9.27%	18.62%	22.42%	21.54%	11.93%	3.77%			
PORCENTAJE ACUMULADO					1.48%	4.71%	12.45%	21.72%	40.34%	62.76%	84.30%	96.23%	100.00%	100.00%	100.00%	

PRESUPUESTO DE OBRA
3era. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 3ERA. ETAPA					
ALMACEN PARA BODEGAS					
	Superficie [m2]:		387.71		
	P.U. X m2 :		\$2,378.23		
	Inicio de Construccion:		2011		
5.1.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$874,509.56	\$8,745.10
5.1.2	CIMENTACION	%	0.200	\$874,509.56	\$174,901.91
5.1.3	ESTRUCTURA	%	0.300	\$874,509.56	\$262,352.87
5.1.4	ALBAÑILERIA	%	0.040	\$874,509.56	\$34,980.38
5.1.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.040	\$874,509.56	\$34,980.38
5.1.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.100	\$874,509.56	\$87,450.96
5.1.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.150	\$874,509.56	\$131,176.43
5.1.8	ACABADOS	%	0.120	\$874,509.56	\$104,941.15
5.1.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$874,509.56	\$34,980.38
	Total ALMACEN PARA BODEGAS				\$874,509.56
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA					
	Superficie [m2]:		183.86		
	P.U. X m2 :		\$4,615.45		
	Inicio de Construccion:		2011		
5.2.1	PRELIMINARES	%	0.010	\$848,583.85	\$8,485.84
5.2.2	CIMENTACION	%	0.160	\$848,583.85	\$135,773.42
5.2.3	ESTRUCTURA	%	0.220	\$848,583.85	\$186,688.45
5.2.4	ALBAÑILERIA	%	0.120	\$848,583.85	\$101,830.06
5.2.5	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.080	\$848,583.85	\$67,886.71
5.2.6	INSTALACION ELECTRICA	%	0.090	\$848,583.85	\$76,372.55
5.2.7	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.100	\$848,583.85	\$84,858.38
5.2.8	ACABADOS	%	0.180	\$848,583.85	\$152,745.09
5.2.9	OBRAS EXTERIORES	%	0.040	\$848,583.85	\$33,943.35
	Total EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA				\$848,583.85
Total ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 3ERA					\$1,723,093.40
SUBTOTAL					\$1,723,093.40
I.V.A. 15.00%					\$258,464.01
Total del presupuesto					\$1,981,557.41

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
3era. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	Ene-2011	Feb-2011	Mar-2011	Abr-2011	May-2011	Jun-2011	Jul-2011	Ago-2011	Sep-2011	Oct-2011	Nov-2011	Dic-2011	Total	
ESTRUCTURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 3ERA. ETAPA																		
ALMACEN PARA BODEGAS																		
511	FRELUINARES	%	03-Ene-11	31-Ene-11	100.00%												100.00%	
512	CIMENTACION	%	17-Ene-11	19-Abr-11	16.25%	30.00%	33.75%	20.00%									100.00%	
513	ESTRUCTURA	%	02-Mar-11	01-Jun-11			32.91%	32.91%	32.91%	1.27%							100.00%	
514	ALBAÑILERIA	%	02-May-11	15-Jun-11					66.67%	33.33%							100.00%	
515	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	Y %	16-May-11	30-Jun-11					35.00%	65.00%							100.00%	
516	INSTALACION ELECTRICA	%	16-May-11	10-Ago-11					18.67%	34.67%	34.67%	11.99%					100.00%	
517	INSTALACIONES ESPECIALES	%	16-May-11	10-Ago-11					18.67%	34.67%	34.67%	11.99%					100.00%	
518	ACABADOS	%	16-Jul-11	31-Ago-11							32.50%	67.50%					100.00%	
519	OBRAS EXTERIORES	%	16-Jul-11	19-Ago-11							43.33%	56.67%					100.00%	
TOTAL ALMACEN PARA BODEGAS					\$347,859.93	\$451,094.96	\$1,360,333.04	\$1,135,247.85	\$1,523,212.87	\$1,063,220.59	\$1,170,442.99	\$1,093,504.77						
ACUMULADO					\$347,858.93	\$833,953.89	\$2,199,286.93	\$3,334,534.72	\$4,857,747.65	\$5,920,968.24	\$7,091,411.23	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	
PORCENTAJE PERIODO					4.25%	6.00%	16.62%	13.87%	18.61%	12.99%	14.30%	13.36%						
PORCENTAJE ACUMULADO					4.25%	10.25%	26.87%	40.74%	59.35%	72.34%	86.64%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA																		
521	FRELUINARES	%	02-Feb-11	08-Mar-11		76.67%	23.33%										100.00%	
522	CIMENTACION	%	01-Abr-11	02-Jul-11				32.50%	32.50%	32.50%	2.50%						100.00%	
523	ESTRUCTURA	%	14-May-11	26-Ago-11					16.67%	28.89%	28.89%	25.55%					100.00%	
524	ALBAÑILERIA	%	01-Jul-11	20-Sep-11							37.14%	38.57%	24.29%				100.00%	
525	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	Y %	01-Ago-11	03-Oct-11								49.09%	47.27%	3.64%			100.00%	
526	INSTALACION ELECTRICA	%	01-Ago-11	20-Oct-11								38.57%	37.14%	24.29%			100.00%	
527	INSTALACIONES ESPECIALES	%	01-Ago-11	20-Oct-11								38.57%	37.14%	24.29%			100.00%	
528	ACABADOS	%	12-Sep-11	01-Dic-11										24.29%	37.14%	37.14%	1.43%	
529	OBRAS EXTERIORES	%	01-Oct-11	10-Nov-11											74.29%	25.71%	100.00%	
TOTAL EDIFICIO PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA						\$75,340.54	\$22,504.32	\$508,793.27	\$867,883.91	\$1,131,086.58	\$1,097,819.34	\$2,103,664.48	\$1,771,970.41	\$1,425,599.61	\$755,362.32	\$24,461.22		
ACUMULADO						\$75,340.54	\$97,844.86	\$606,638.13	\$1,474,522.04	\$2,605,608.62	\$3,703,427.96	\$5,807,092.44	\$7,579,062.85	\$9,004,662.46	\$9,760,024.78	\$9,784,486.00	\$9,784,486.00	
PORCENTAJE PERIODO						0.77%	0.23%	5.20%	8.87%	11.56%	11.22%	21.50%	18.11%	14.57%	7.72%	0.25%		
PORCENTAJE ACUMULADO						0.77%	1.00%	6.20%	15.07%	26.63%	37.85%	59.35%	77.46%	92.03%	99.75%	100.00%		
TOTAL DEL PRESUPUESTO					\$347,858.93	\$666,435.50	\$1,382,837.36	\$1,644,041.12	\$2,391,096.78	\$2,194,307.17	\$2,268,262.33	\$3,197,169.25	\$1,771,970.41	\$1,425,599.61	\$755,362.32	\$24,461.22		
ACUMULADO					\$347,858.93	\$914,294.43	\$2,297,131.79	\$3,941,172.91	\$6,332,269.69	\$8,526,576.86	\$10,794,839.19	\$13,992,008.44	\$15,763,978.85	\$17,189,578.46	\$17,944,940.78	\$17,969,402.00	\$17,969,402.00	
PORCENTAJE PERIODO					1.94%	3.15%	7.69%	9.15%	13.31%	12.21%	12.62%	17.80%	9.86%	7.93%	4.20%	0.14%		
PORCENTAJE ACUMULADO					1.94%	5.09%	12.78%	21.93%	35.24%	47.45%	60.07%	77.87%	87.73%	95.66%	99.86%	100.00%		

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
3era. ETAPA DE CONSTRUCCION PARA EL CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA

Descripción	Unidad	Inicio	Fin	Ene-2011	Feb-2011	Mar-2011	Abr-2011	May-2011	Jun-2011	Jul-2011	Ago-2011	Sep-2011	Oct-2011	Nov-2011	Dic-2011	Total	
TURAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MOVIMIENTO DE CARGA 3ERA. ETAPA																	
EN PARA BODEGAS																	
PREPARES	%	03-Ene-11	31-Ene-11	100.00%												100.00%	
OPERACIONES	%	17-Ene-11	19-Abr-11	16.25%	30.00%	33.75%	20.00%									100.00%	
REPARACIONES	%	02-Mar-11	01-Jun-11			32.91%	32.91%	32.91%	1.27%							100.00%	
REVISIONES	%	02-May-11	15-Jun-11					66.67%	33.33%							100.00%	
CONEXION HIDRAULICA	Y %	16-May-11	30-Jun-11					35.00%	65.00%							100.00%	
CONEXION ELECTRICA	%	16-May-11	10-Ago-11					18.67%	34.67%	34.67%	11.99%					100.00%	
OPERACIONES ESPECIALES	%	16-May-11	10-Ago-11					18.67%	34.67%	34.67%	11.99%					100.00%	
REVISIONES	%	16-Jul-11	31-Ago-11							32.50%	67.50%					100.00%	
OPERACIONES EXTERIORES	%	16-Jul-11	19-Ago-11							43.33%	56.67%					100.00%	
				\$347,858.93	\$4,109,496	\$1,360,333.04	\$1,135,247.85	\$1,523,212.87	\$1,063,220.59	\$1,170,442.99	\$1,093,504.77						
				\$347,858.93	\$834,953.89	\$2,199,286.93	\$3,334,534.78	\$4,857,747.65	\$5,920,968.24	\$7,051,411.23	\$8,184,916.00	\$6,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	\$8,184,916.00	
				4.25%	6.00%	16.62%	13.87%	18.61%	12.99%	14.30%	13.36%						
				4.25%	10.25%	26.87%	40.74%	59.35%	72.34%	86.64%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%		
OPERACIONES PARA ADMINISTRACION DE LA CARGA																	
PREPARES	%	02-Feb-11	08-Mar-11		76.67%	23.33%										100.00%	
OPERACIONES	%	01-Abr-11	02-Jul-11				32.50%	32.50%	32.50%	2.50%						100.00%	
REPARACIONES	%	14-May-11	26-Ago-11					16.67%	28.89%	28.89%	25.56%					100.00%	
REVISIONES	%	01-Jul-11	20-Sep-11							37.14%	38.57%	24.29%				100.00%	
CONEXION HIDRAULICA	Y %	01-Ago-11	03-Oct-11								49.09%	47.27%	3.64%			100.00%	
CONEXION ELECTRICA	%	01-Ago-11	20-Oct-11								38.57%	37.14%	24.29%			100.00%	
OPERACIONES ESPECIALES	%	01-Ago-11	20-Oct-11								38.57%	37.14%	24.29%			100.00%	
REVISIONES	%	12-Sep-11	01-Dic-11									24.29%	37.14%	37.14%	1.43%	100.00%	
OPERACIONES EXTERIORES	%	01-Oct-11	10-Nov-11										74.29%	25.71%		100.00%	
				\$75,340.54	\$22,504.32	\$508,793.27	\$867,883.91	\$1,131,086.58	\$1,097,819.34	\$2,103,664.48	\$1,771,970.41	\$1,425,599.61	\$755,362.32	\$24,461.22			
				\$75,340.54	\$97,844.86	\$606,638.13	\$1,474,522.04	\$2,605,608.62	\$3,703,427.96	\$5,807,092.44	\$7,579,062.85	\$9,004,662.46	\$9,760,024.78	\$9,784,486.00	\$9,784,486.00	\$9,784,486.00	
				0.77%	0.23%	5.20%	8.87%	11.56%	11.22%	21.50%	18.11%	14.57%	7.72%	0.25%			
				0.77%	1.00%	6.20%	15.07%	26.63%	37.85%	59.35%	77.46%	92.03%	99.75%	100.00%			
RESUMEN GENERAL																	
				\$347,858.93	\$666,435.50	\$1,382,637.36	\$1,644,041.12	\$2,391,096.78	\$2,194,307.17	\$2,268,262.33	\$3,197,169.25	\$1,771,970.41	\$1,425,599.61	\$755,362.32	\$24,461.22		
				\$347,858.93	\$914,294.43	\$2,297,131.79	\$3,341,172.91	\$6,332,269.69	\$8,526,576.86	\$10,734,839.19	\$13,392,008.44	\$15,763,978.85	\$17,189,578.46	\$17,944,940.78	\$17,969,402.00	\$17,969,402.00	
				1.94%	3.15%	7.69%	9.15%	13.31%	12.21%	12.62%	17.80%	9.86%	7.93%	4.20%	0.14%		
				1.94%	5.09%	12.78%	21.93%	35.24%	47.45%	60.07%	77.87%	87.73%	95.66%	99.86%	100.00%		

Presupuesto y Programa de Obra para el Edificio de Pasajeros

En el capítulo anterior se propusieron dos etapas de desarrollo para el edificio de pasajeros, por lo cual el presupuesto y programa de obra para este elemento esta compuesto por otros dos subpresupuestos y subprogramas de obra:

- ◆ Presupuesto y Programa de Obra: 1ª. Etapa de Ampliación para el edificio de pasajeros.
- ◆ Presupuesto y Programa de Obra: 2ª. Etapa de Ampliación para el edificio de pasajeros.

Estos dos presupuestos tienen el mismo esquema en partidas que el de las edificaciones del centro distribuidor de carga, dicho esquema ya fue estudiado en los aspectos constructivos del capítulo anterior.

Ampliación para el Edificio de Pasajeros

- Preliminares
- Cimentación
- Estructura
- Albañilería
- Instalación hidráulica y sanitaria
- Instalación Eléctrica
- Instalaciones especiales
- Acabados
- Obras exteriores

La estimación se realiza también mediante un costo por metro cuadrado de construcción, en este caso se toma el tipo de edificación como "Edificio Oficinas en 4,860 m2 Clase Semilujo"; y multiplicando dicho costo por la superficie requerida en la etapa de desarrollo correspondiente se obtiene un monto total de construcción, que a su vez es repartido en porcentajes a las partidas para generar una estimación al programa obra.

Los mismos criterios de planeación y optimización de los recursos (cuadrillas) del centro distribuidor de carga, se toman en cuenta para la elaboración del programa de obra para las ampliaciones del edificio de pasajeros en sus dos etapas de desarrollo. Cabe destacar que los tiempos de ejecución estimados son los que requieren para procesos constructivos de una edificación.

PRESUPUESTO DE OBRA
1era. ETAPA DE AMPLIACION PARA EL EDIFICIO DE PASAJEROS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Monto	Importe
--------	----------	--------	----------	-------	---------

AMPLIACION DEL EDIFICIO DE PASAJEROS

Superficie (m2):	2,165.07
P.U. X m2 :	<u>\$5,686.01</u>
Inicio de Construccion:	<u>2002</u>

I	PRELIMINARES	%	0.01	\$12,310,616.96	\$123,106.17
II	CIMENTACION	%	0.28	\$12,310,616.96	\$3,446,972.75
III	ESTRUCTURA	%	0.20	\$12,310,616.96	\$2,462,123.39
IV	ALBAÑILERIA	%	0.12	\$12,310,616.96	\$1,477,274.04
V	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.05	\$12,310,616.96	\$615,530.85
VI	INSTALACION ELECTRICA	%	0.07	\$12,310,616.96	\$661,743.19
VII	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.08	\$12,310,616.96	\$984,849.36
VIII	ACABADOS	%	0.15	\$12,310,616.96	\$1,846,592.54
IX	OBRAS EXTERIORES	%	0.04	\$12,310,616.96	\$492,424.68

Total AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS**\$12,310,616.96****SUBTOTAL****\$12,310,616.96****I.V.A. 16.00%****\$1,846,592.54****Total del presupuesto****\$14,157,209.51**

4-Mar-2002

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
1era. ETAPA DE AMPLIACION PARA EL EDIFICIO DE PASAJEROS

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	Jun-2002	Jul-2002	Ago-2002	Sep-2002	Oct-2002	Nov-2002	Dic-2002	Ene-2003	Feb-2003	Mar-2003	Total
AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS															
I	PRELIMINARES	%	04-Jun-02	13-Jul-02	65.71%	34.29%									100.00%
II	CIMENTACION	%	01-Jul-02	01-Oct-02		33.75%	33.75%	31.25%	1.25%						100.00%
III	ESTRUCTURA	%	02-Sep-02	15-Nov-02				38.48%	41.54%	20.00%					100.00%
IV	ALBAÑILERIA	%	04-Nov-02	31-Dic-02						48.00%	52.00%				100.00%
V	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	Y %	02-Sep-02	29-Ene-03				19.38%	20.63%	20.16%	20.16%	19.37%			100.00%
VI	INSTALACION ELECTRICA	%	02-Sep-02	28-Ene-03				19.53%	21.09%	20.31%	20.31%	18.78%			100.00%
VII	INSTALACIONES ESPECIALES	%	02-Sep-02	27-Ene-03				19.69%	21.26%	20.47%	20.47%	18.11%			100.00%
VIII	ACABADOS	%	01-Ene-03	11-Mar-03								45.00%	40.00%	15.00%	100.00%
IX	OBRAS EXTERIORES	%	24-Feb-03	29-Mar-03									16.67%	83.33%	100.00%
TOTAL AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS															
ACUMULADO					\$81,247.39	\$706,806.11	\$664,761.39	\$2,306,833.84	\$1,881,458.74	\$1,926,644.02	\$1,443,067.76	\$1,817,861.72	\$948,813.60	\$742,306.73	
PORCENTAJE PERIODO					0.84%	8.74%	8.40%	18.74%	18.04%	18.89%	11.73%	13.14%	7.87%	6.03%	
PORCENTAJE ACUMULADO					0.88%	6.40%	11.80%	30.84%	48.88%	61.23%	72.96%	86.10%	93.97%	100.00%	

PRESUPUESTO DE OBRA
2a. ETAPA DE AMPLIACION PARA EL EDIFICIO DE PASAJEROS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Monto	Importe	%
--------	----------	--------	----------	-------	---------	---

AMPLIACION DEL EDIFICIO DE PASAJEROS

Superficie [m2]:	1,803.13
P.U. X m2 :	<u>\$5,686.01</u>
Inicio de Construccion:	<u>2005</u>

I	PRELIMINARES	%	0.01	\$10,252,613.45	\$102,526.13	1.00%
II	CIMENTACION	%	0.28	\$10,252,613.45	\$2,870,731.77	28.00%
III	ESTRUCTURA	%	0.20	\$10,252,613.45	\$2,050,522.69	20.00%
IV	ALBAÑILERIA	%	0.12	\$10,252,613.45	\$1,230,313.61	12.00%
V	INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA	%	0.05	\$10,252,613.45	\$512,630.67	5.00%
VI	INSTALACION ELECTRICA	%	0.07	\$10,252,613.45	\$717,682.94	7.00%
VII	INSTALACIONES ESPECIALES	%	0.08	\$10,252,613.45	\$820,209.08	8.00%
VIII	ACABADOS	%	0.15	\$10,252,613.45	\$1,537,892.02	15.00%
IX	OBRAS EXTERIORES	%	0.04	\$10,252,613.45	\$410,104.54	4.00%

Total AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS**\$10,252,613.45****SUBTOTAL****\$10,252,613.45****I.V.A. 16.00%****\$1,637,892.02****Total del presupuesto****\$11,790,505.47**

4-Mar-2002

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
2a. ETAPA DE AMPLIACION PARA EL EDIFICIO DE PASAJEROS

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	Jun-02	Jul-02	Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Total	
I	AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS PRELIMINARES	%	04-Jun-02	13-Jul-02	65.71%	34.29%									100.00%	
II	CIMENTACION	%	01-Jul-02	01-Oct-02		33.75%	33.75%	31.25%	1.25%						100.00%	
III	ESTRUCTURA	%	02-Sep-02	15-Nov-02				38.46%	41.54%	20.00%					100.00%	
IV	ALBAÑILERIA	%	04-Nov-02	31-Dic-02						48.00%	52.00%				100.00%	
V	INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	Y %	02-Sep-02	29-Ene-03				19.38%	20.93%	20.16%	20.16%	19.37%			100.00%	
VI	INSTALACION ELECTRICA	%	02-Sep-02	28-Ene-03				19.53%	21.09%	20.31%	20.31%	18.76%			100.00%	
VII	INSTALACIONES ESPECIALES	%	02-Sep-02	27-Ene-03				19.69%	21.26%	20.47%	20.47%	18.11%			100.00%	
VIII	ACABADOS	%	01-Ene-03	11-Mar-03								45.00%	40.00%	15.00%	100.00%	
IX	OBRAS EXTERIORES	%	24-Feb-03	29-Mar-03									16.67%	83.33%	100.00%	
TOTAL AMPLIACION DE EDIFICIO DE PASAJEROS 2a Etapa																
ACUMULADO					\$47,882.38	\$96,457.88	\$53,801.30	\$1,021,201.57	\$1,541,882.18	\$1,604,418.59	\$1,202,545.05	\$1,347,006.51	\$806,822.64	\$618,168.12		
PORCENTAJE PERIODO					0.00%	5.74%	5.40%	18.74%	15.04%	15.85%	11.73%	13.14%	7.87%	6.03%		
PORCENTAJE ACUMULADO					0.00%	6.40%	11.80%	30.54%	45.58%	61.23%	72.96%	86.10%	93.97%	100.00%		

Programa de Inversiones requeridas para el Centro Distribuidor de Carga

El programa de inversiones para el centro distribuidor de carga, esta compuesto por las tres etapas de desarrollo, ya analizadas en el capítulo anterior, y a su vez seccionado en la zona aeronáutica y zona terminal.

La zona aeronáutica solo consta de la primera etapa, ya que en esta se tiene el máximo desarrollo, donde se amplía y refuerza la pista, y se construye la calle de rodaje "Charlie" y plataforma de carga. Sin embargo, existen dos estructuras de la zona aeronáutica que son comunes tanto para el centro distribuidor de carga como para la ampliación del edificio de pasajeros; la ampliación de pista y el refuerzo de pista; y que para fines de evaluación independiente, dichas estructuras deben de ser erogadas por ambos elementos. Por lo que se propone que se cargue un 70% de la inversión total en las estructuras comunes al centro distribuidor de carga y el otro 30% a la ampliación del edificio de pasajeros. Así, el monto total de la inversión requerida para la zona aeronáutica en su primera y única etapa de desarrollo es de \$14,072,999.55.

La zona terminal consta de tres etapas de desarrollo, en las cuales se construirá y ampliara una nave industrial para almacenes y un edificio para la administración de la carga. Estas dos estructuras solo pertenecen al centro distribuidor de carga, por lo que este elemento erogara toda la inversión requerida para estas estructuras. Así se requerirá un programa de inversiones de \$5,432,172.72, \$2,251,071.34 y \$1,723,093.40 para la primera, segunda y tercera etapa de desarrollo, respectivamente.

Los montos totales de las inversiones requeridas por la zona aeronáutica y terminal son los siguientes: \$19,505,165.24 en los años 2002 y 2003 de la primera etapa de desarrollo, \$2,521,071.34 en el año 2007 de la segunda etapa de desarrollo y \$1,723,093.40 en el año 2011 de la tercera etapa de desarrollo; arrojando un costo total de inversión requerido de \$23,749,329.99, durante todo el horizonte de planeación para el centro distribuidor de carga.

5-Mar-2002

**RESUMEN COSTOS DE INVERSIONES :
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA**

ZONA AERONAUTICA:												
ELEMENTOS		PRIMERA ETAPA						MAXIMO DESARROLLO				
		Inicio de construcción		2002-2003								
		Puesta en operación		2003								
		Capacidad		2015								
	% a Cargar	Unidad	Cantidad	\$/M2 P.U.	Costo					Cantidad	Costo	
AMPLIACION DE PISTA	70%	M2	11,250.00	\$326.75	\$2,573,147.33					11,250.00	\$2,573,147.33	
REFUERZO DE PISTA	70%	M2	85,500.00	\$56.13	\$3,359,380.50					85,500.00	\$3,359,380.50	
CALLE DE RODAJE C "CHARLIE"	100%	M2	5,290.00	\$350.57	\$1,854,535.60					5,290.00	\$1,854,535.60	
PLATAFORMA DE CARGA	100%	M2	15,990.00	\$393.12	\$6,285,929.13					15,990.00	\$6,285,929.13	
Total Zona Aeronautica			14,072,992.55						\$14,072,992.55			

ZONA TERMINAL:													
ELEMENTOS		PRIMERA ETAPA				SEGUNDA ETAPA			TERCERA ETAPA			MAXIMO DESARROLLO	
		Inicio de construcción		2002-2003		Inicio de construcción		2007	Inicio de construcción		2011		
		Puesta en operación		2003		Puesta en operación		2008	Puesta en operación		2012		
		Capacidad		2007		Capacidad		2011	Capacidad		2015		
	% a Cargar	Unidad	Cantidad	\$/M2 P.U.	Costo	Cantidad	\$/M2 P.U.	Costo	Cantidad	\$/M2 P.U.	Costo	Cantidad	Costo
ESTRUCTURAS PARA ADMINISTRACION	100%	M2	1,159.25	\$2,378.23	\$2,756,952.65	538.01	\$2,378.23	\$1,279,501.72	367.71	2,378.23	\$874,509.56	2,064.97	\$4,910,963.93
ALMACENES PARA BODEGAS	100%	M2	579.62	\$4,615.45	\$2,675,220.04	269.00	\$4,615.45	\$1,241,569.62	183.86	4,615.45	\$848,583.85	1,032.48	\$4,765,373.51
Total Zona Terminal			\$5,432,172.69			\$2,521,071.34			\$1,723,093.40			\$9,676,337.43	

Total por Etapas			\$19,605,165.24			\$2,821,071.34			\$1,723,093.40			\$23,749,329.99	
-------------------------	--	--	-----------------	--	--	----------------	--	--	----------------	--	--	------------------------	--

Programa de Inversiones requeridas para la Ampliación del Edificio de Pasajeros

El programa de inversiones para la ampliación del edificio de pasajeros, esta compuesto por las tres etapas de desarrollo, ya analizadas en el capítulo anterior, y a su vez seccionado en la zona aeronáutica y zona terminal.

La zona aeronáutica solo consta de una primera etapa ya que en esta, se tiene el máximo desarrollo, para ampliar y reforzar la pista. Como ya se explico en el programa de inversiones requeridas para el centro distribuidor de carga, por lo que a la ampliación del edificio de pasajeros le corresponde un monto de \$2,542,511.43 y que representa el 30% del total de las inversiones para estas estructuras.

La zona terminal consta de dos etapas de desarrollo, en las cuales se ampliara el edificio de pasajeros. Las erogaciones de la inversiones requerida en cada etapa le corresponden únicamente al edificio de pasajeros. Así se requerirá un programa de inversiones de \$12,310,616.96 y \$10,252,613.45 para la primera y segunda etapa de desarrollo, respectivamente.

Los montos totales de las inversiones requeridas por la zona aeronáutica y terminal son los siguientes: \$14,853,128.89 en el año 2002 de la primera etapa de desarrollo, y \$10,252,613.45 en el año 2005 de la segunda y ultima etapa de desarrollo. Con un costo total de inversión requerida de \$25,105,742.34 durante todo el horizonte de planeación para la ampliación del edificio de pasajeros.

5-Mar-2002

**RESUMEN COSTOS DE INVERSIONES :
AMPLIACION EDIFICIO DE PASAJEROS**

ZONA AERONAUTICA:

ELEMENTOS		PRIMERA ETAPA								MAXIMO DESARROLLO		
		Inicio de construcción	2002-2003									
		Puesta en operación	2003									
		Capacidad	2015									
% a Cargar	Unidad	Cantidad	\$/M2 P.U	Costo						Cantidad	Costo	
AMPLIACION DE PISTA	30%	M2	11,250.00	\$328.75	\$1,102,777.43						11,250.00	\$1,102,777.43
REFUERZO DE PISTA	30%	M2	85,500.00	\$56.13	\$1,439,734.50						85,500.00	\$1,439,734.50
Total Zona Aeronautica					2,542,511.93							\$2,542,511.93

ZONA TERMINAL:

ELEMENTOS		PRIMERA ETAPA				SEGUNDA ETAPA				MAXIMO DESARROLLO		
		Inicio de construcción	2002			Inicio de construcción	2005					
		Puesta en operación	2003			Puesta en operación	2006					
		Capacidad	2005			Capacidad	2015					
% a Cargar	Unidad	Cantidad	\$/M2 P.U	Costo	Cantidad	\$/M2 P.U	Costo			Cantidad	Costo	
AMPLIACION EDIFICIO DE PASAJEROS	100%	M2	2,165.07	\$5,686.01	\$12,310,616.96	1,803.13	\$5,688.01	\$10,252,613.45			3,968.20	\$22,563,230.41
Total Zona Terminal					\$12,310,616.96			\$10,252,613.45				\$22,563,230.41

Total por Etapas

					\$14,853,128.89			\$10,252,613.45				\$25,105,742.34
--	--	--	--	--	-----------------	--	--	-----------------	--	--	--	-----------------

V.2 Estimación de los beneficios y corrida financiera.

Con el fin de integrar al proyecto los indicadores reales de factibilidad, en este subcapítulo se estimarán los egresos y los ingresos correspondientes a los dos elementos a evaluar, la construcción del centro distribuidor de carga y la ampliación del edificio de pasajeros.

A continuación se presenta un resumen conceptual de los ingresos aeronáuticos y no aeronáuticos, y egresos tales como costos y gastos de operación, más importantes que deben considerarse para la evaluación económica de un proyecto aeroportuario.

Ingresos aeronáuticos

Los ingresos aeronáuticos son aquellos que se relacionan directamente con la operación de los equipos de vuelo y sus correspondientes tarifas a aplicarse, están en función de las operaciones aéreas nacionales e internacionales, del número de pasajeros, así como del tonelaje de la carga. Se pueden considerar como ingresos aeronáuticos los siguientes:

Servicio de combustible.- esta calculado sobre la base de determinar la cantidad de combustible que requieren anualmente los aviones, tanto nacional como internacional, aplicando la tarifa correspondiente por el número de operaciones anuales.

Derecho de uso aeroportuario.- el cálculo se realiza tomando en consideración los pasajeros de salida (50% de los pasajeros totales). Su tasa varía para vuelos nacional o internacional.

Aterrizajes.- la estimación se realiza considerando el número de operaciones anuales, aplicando la tarifa correspondiente que está en función del peso máximo de despegue de las aeronaves, y si el vuelo es nacional o internacional.

Aterrizajes diurnos.- la estimación se realiza considerando el volumen de operaciones anuales diurnas.

Aterrizajes nocturnos.- la estimación se realiza considerando las operaciones nocturnas, aplicando la tarifa diurna más la tasa de iluminación.

Estacionamiento.- se calcula tomando en consideración el tiempo que permanecen las aeronaves en la plataforma, a partir de un plazo de gracia de x horas, aplicando la tarifa nacional o internacional. El tiempo x es calculado con base en el análisis de flota por operación y el tipo de avión.

Manejo de carga.- esta variable es calculada tomando en consideración los volúmenes de carga, aplicándoles la tasa correspondiente a este rubro.

Servicio de rampa.- se calcula tomando en consideración el volumen de operaciones atendidas, aplicado la tarifa correspondiente.

Puente de embarque.- se estima con base en el volumen de operaciones, aplicando la tarifa correspondiente.

Ingresos no aeronáuticos

Son aquellos que no están relacionados directamente con las operaciones aéreas y comprenden arrendamientos, participaciones y concesiones.

Los rubros de arrendamientos y concesiones se calculan tomando en consideración el giro comercial del negocio, se ubica dentro del aeropuerto y su área.

Egresos

Son todos aquellos pagos en los que incurre el aeropuerto para brindar el servicio.

Gastos de personal.- incluye remuneraciones, prestaciones, y en su caso, reparto de utilidades.

Materiales e insumos.- constituyen todos los gastos de materiales y equipo de oficina, limpieza, servicios automotrices, entre otros.

Mantenimiento en general.- todos los gastos de mantenimiento civil, eléctrico, mecánico y electrónico. Dependiendo de la estructura contable, los gastos de personal y de materiales para mantenimiento, pueden integrarse en este rubro, descontándose de los anteriores.

Comunicaciones.- incluyen los gastos de servicio telefónico, fax, mensajería, radio, comunicaciones, transportes, entre otros.

Seguros.- constituyen las primas de seguros que el aeropuerto debe tener para las construcciones, equipo, daños a terceros y protección a las personas físicas y a sus bienes, en áreas comunes. No incluye los correspondientes a las empresas arrendadoras y concesionarias.

Garantías.- representan las fianzas que deberán mantenerse según el contrato de concesión para asegurar la correcta aplicación del servicio.

Servicio.- se consideran los gastos de energía eléctrica, agua, servicio contra incendio, seguridad, servicios médicos, entre otros.

Gastos de financiamiento.- constituyen los intereses de crédito para financiar la construcción del aeropuerto.

Impuestos.- constituye el 25% del valor de las utilidades.

Capacitación.- costos generados por el adiestramiento y actualización del personal.

Fuente: Maria de Lourdes Arellano Balio. " Modelo económico-financiero para concesionar la construcción y operación de un aeropuerto". FI UNAM. México 1999.

Corrida financiera para el Centro Distribuidor de Carga

Algunos de los ingresos y egresos a estimar se cobran actualmente en el aeropuerto, y se tiene una estadística de los montos anuales que se pagan al aeropuerto por los servicios aeronáuticos y no aeronáuticos. Para obtener una estimación de las tarifas principales se desarrolla la siguiente metodología:

El periodo de la estadística antes mencionado abarca de 1995 a 1998, esta estadística representa los montos anuales, y para pasarlas a tarifas se divide dicho monto entre las estadísticas de pasajeros anuales u operaciones anuales, según corresponda el caso y si la tarifa esta en función de estas variables. Se toma el ultimo valor de las tarifas o montos; y este ultimo es inflacionado a el año 2002, mediante la siguiente formula:

$$\text{Tarifa}(2002) = \text{Tarifa Promedio} * (1+a)^n$$

donde a = tasa de actualización

n = numero de años

		1995	1996	1997	1998	2002
Aterrizajes	Monto anual	\$ 429,000.00	\$ 439,000.00	\$ 683,000.00	\$ 1,060,000.00	
	Tarifa [\$/oper/año]	\$ 72.92	\$ 64.97	\$ 86.39	\$ 137.32	\$ 278.31
Estacionamiento	Monto anual	\$ 177,000.00	\$ 150,000.00	\$ 318,000.00	\$ 900,000.00	\$ 1,824,023.64
Pernocta	Monto anual	\$ 137,000.00	\$ 129,000.00	\$ 51,000.00	\$ 325,000.00	\$ 859,141.57

De esta manera se estiman algunas tarifas y montos anuales para el año 2003, año en que comenzarán a operar las instalaciones, y así poderlas aplicar a los distintos ingresos y egresos.

NOTA : Para fines de la evaluación todos los ingresos estarán representados durante todo el horizonte de planeación en pesos constantes de este año, 2002.

Ingresos

● Ingresos aeronáuticos

- ♦ Servicio de aterrizaje.- el ingreso por servicio de aterrizaje para el primer año de operación (2003) se obtiene considerando la tarifa estimada y multiplicándola por el número de operaciones anuales. Para este caso al centro distribuidor de carga se le asigna un 30% de las operaciones anuales comerciales, exclusivo para el movimiento de carga. Se pretende que durante el horizonte de planeación se mantenga constante dicho porcentaje, suficiente para mover las estimaciones del volumen de carga.
- ♦ Plataforma o estacionamiento.- en este caso se toma el monto anual estimado por concepto de estacionamiento para este año y permanece constante hasta el 2008, año que viene una segunda inversión a causa de un incremento en el movimiento de carga, lo cual ocasiona que el monto por el servicio de plataforma o estacionamiento aumente, ya que habrá más demora de las aeronaves en embarcar y desembarcar. De la misma manera hasta el año 2012 vuelve a incrementarse el monto anual por permanecer más tiempo las aeronaves en plataforma.
- ♦ Pernocta .- el monto anual por el servicio de pernocta tiene el mismo criterio que la plataforma o estacionamiento.
- ♦ Manejo de carga.- este ingreso es el cargo por el concepto de la administración de la carga en la zona aeronáutica, tales como desembarque, embarque, transportación terrestre zona terminal (almacenes)-plataforma o plataforma – zona terminal; y se le asigna una tarifa que multiplicada por el volumen de carga estimado resulta el monto anual por el servicio de manejo de carga.

● **Ingresos no aeronáuticos**

Uno de los objetivos principales de esta propuesta de plan maestro es promover el centro distribuidor a la iniciativa privada, por lo cual los ingresos no aeronáuticos de la zona terrestre de este centro serán principalmente contratos o derechos de concesión para la explotación de la superficie por compañías de logística para la administración del movimiento de carga:

Almacenes para bodegas y edificio para administración.- existen dos formas para cobrar una tarifa por estos derechos de concesión, uno es mediante la magnitud del movimiento de carga anual que mueva cada compañía; y la segunda por metro cuadrado de superficie que se les asignen a las mismas. Para fines prácticos se utilizará esta última en función del crecimiento por etapas que se presentarán durante el horizonte de planeación. Así aplicando una tarifa anual por metro cuadrado de \$1,250.00 y de \$2,800.00 para almacenes y edificio, respectivamente; y multiplicándola por la superficie correspondiente durante los períodos de cada etapa de desarrollo, se obtienen los montos anuales por el concepto de derechos de concesión.

Costos de operación

Se consideran costos de operación todos aquellos egresos para la correcta operación y funcionalidad de las maniobras necesarias para el movimiento de carga en la zona aeronáutica.

- Depreciación.- se tiene un costo de depreciación por aquellas estructuras que se construirán o ampliarán y brindarán un servicio durante el periodo de su vida útil, tales como la ampliación de pista, refuerzo de la pista, rodaje C "Charlie" y plataforma de carga. Para fines de evaluación este costo se estima dividiendo el monto total de la inversión de las etapas correspondientes, entre el número de años, que brindará servicio la estructura, del horizonte de planeación, ya que la estructura seguirá funcionando hasta su vida útil.
- Sueldos y salarios.- en esta evaluación se estiman considerando las estadísticas de los sueldos y salarios que se pagan en el aeropuerto para operar las instalaciones en la zona aeronáutica. Así se propone un monto anual para los sueldos y salarios que se generarán en el centro distribuidor de carga y que al mismo tiempo sea proporcional a las operaciones que se realizan en este elemento.
- Otras erogaciones: energía eléctrica, comunicaciones, seguridad y vigilancia, seguros y fianzas, y otros.- estas erogaciones se estiman también proporcionando los montos anuales que se pagan por estos conceptos, según las estadísticas.
- Maquinaria.- el costo por maquinaria se propone que sea para dos inversiones, una y la más importante para el primer año de operación donde se cuente con el equipo y maquinaria básica y necesaria para operar la zona aeronáutica del centro distribuidor de carga; y una segunda inversión más o menos a la mitad de horizonte de planeación para mantener a el centro distribuidor a la vanguardia tecnológica.

- **Mantenimiento:** conservación de pista, conservación de rodaje “Charlie”, conservación de plataforma para carga, conservación de maquinaria.- estos costos de mantenimiento son estimados con los montos anuales que se pagan el aeropuerto por los elementos ya construidos, según las estadísticas. Cabe mencionar que la plataforma de carga al proponerse de concreto hidráulico, representa menores costos de mantenimiento.
- **Materiales consumibles.-** este costo no muy detallado pero no deja de ser importante, es estimando también con los montos anuales de las estadísticas que se pagan para operar el aeropuerto.

Gastos de operación

Se consideran gastos de operación todos aquellos egresos involucrados en la administración para el movimiento de carga en la zona terminal.

- **Depreciación:** almacenes para bodegas y edificio para administración.- estos gastos se estiman igual que los costos por depreciación de las estructuras de la zona aeronáutica. Cabe destacar que cuando haya una nueva inversión por el desarrollo de una nueva etapa de ampliación, la depreciación se incrementa por dicha inversión pero con un periodo de años mas corto que el de la etapa anterior.
- **Sueldos y salarios.-** estos gastos se estima tomando en cuenta que el personal en la zona terminal será el necesario para la administración de la concesión, ya que las compañías tramitadoras y de logística pagaran la nomina de sus empleados.
- **Otras erogaciones:** energía eléctrica, comunicaciones, seguridad y vigilancia, seguros y fianzas, y otros.- estos gastos son estimados con las estadísticas que paga el aeropuerto en la zona terminal, y considerando que los ingresos por los derechos de concesión implican a su vez erogaciones de este tipo.
- **Mantenimiento:** conservación de almacenes y edificio para la administración.- para la estimación de estos gastos se contempla la frecuencia de mantenimiento que se le debe de hacer a estas edificaciones, con respecto a las estructuras de la zona aeronáutica. Además de basarse en las estadísticas de gastos que eroga el aeropuerto por mantenimiento en la zona terminal.
- **Materiales consumibles.-** estos gastos también se estiman con las estadísticas de los gastos que se generan en la zona terminal del aeropuerto y se considera un pequeño porcentaje, ya que al igual que los salarios al existir concesiones no habrá mucho consumo de estos materiales.

5-Mar-2002

**CORRIDA FINANCIERA:
CENTRO DISTRIBUIDOR DE CARGA**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
INGRESOS																
Ingresos Aeronáuticos																
Atrazajes	\$	-	\$ 642,063.6	\$ 508,483.8	\$ 562,827.0	\$ 1,006,899.5	\$ 1,033,053.0	\$ 1,494,196.0	\$ 1,422,331.0	\$ 1,441,744.1	\$ 1,470,203.0	\$ 1,817,010.0	\$ 1,905,500.7	\$ 1,934,937.0	\$ 1,987,444.7	
Plataforma o estacionamiento	\$	-	\$ 1,320,951.4	\$ 1,320,951.4	\$ 1,320,951.4	\$ 1,320,951.4	\$ 1,320,951.4	\$ 1,453,046.6	\$ 1,453,046.6	\$ 1,453,046.6	\$ 1,453,046.6	\$ 1,545,141.7	\$ 1,545,141.7	\$ 1,545,141.7	\$ 1,585,141.7	
Pemcoats	\$	-	\$ 622,187.3	\$ 622,187.3	\$ 622,187.3	\$ 622,187.3	\$ 622,187.3	\$ 686,406.0	\$ 686,406.0	\$ 686,406.0	\$ 686,406.0	\$ 746,629.7	\$ 746,629.7	\$ 746,629.7	\$ 786,629.7	
Márgenes de Carga	\$	-	\$ 626,364.9	\$ 1,546,251.1	\$ 1,095,321.6	\$ 616,243.2	\$ 636,987.6	\$ 748,990.7	\$ 829,298.1	\$ 932,027.9	\$ 914,086.2	\$ 919,011.1	\$ 10,182,277.0	\$ 10,349,568.0	\$ 11,013,911.0	
Ingresos No Aeronáuticos																
Derechos de Concesión para la administración de carga																
Atrazajes para bodegas	\$	-	\$ 1,449,857.0	\$ 1,449,857.0	\$ 1,449,857.0	\$ 1,449,857.0	\$ 1,449,857.0	\$ 2,121,564.3	\$ 2,121,564.3	\$ 2,121,564.3	\$ 2,121,564.3	\$ 2,341,207.4	\$ 2,341,207.4	\$ 2,341,207.4	\$ 2,341,207.4	
Cotno para administración	\$	-	\$ 1,622,943.0	\$ 1,622,943.0	\$ 1,622,943.0	\$ 1,622,943.0	\$ 1,622,943.0	\$ 2,376,162.1	\$ 2,376,162.1	\$ 2,376,162.1	\$ 2,376,162.1	\$ 2,700,263.0	\$ 2,700,263.0	\$ 2,890,263.0	\$ 2,890,263.0	
Total de Ingresos		\$	6,091,347.0	\$ 7,506,826.6	\$ 8,086,953.9	\$ 12,976,882.1	\$ 12,976,882.1	\$ 15,278,355.2	\$ 14,247,236.1	\$ 17,178,623.0	\$ 17,178,623.0	\$ 19,406,350.0	\$ 19,406,350.0	\$ 20,236,182.1	\$ 20,734,222.8	
COSTOS DE OPERACION																
Zona Aeronáutica																
Depreciación																
Ampliación de pista	\$	-	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	\$ 197,834.4	
Refuerzo de pista	\$	-	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	\$ 256,413.0	
Rodaje C "Charly"	\$	-	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	\$ 142,866.6	
Plataforma de carga	\$	-	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	\$ 463,533.0	
Sueldos y Salarios	\$	-	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	\$ 2,500,000.0	
Otras Errogaciones																
Energía Eléctrica	\$	-	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	\$ 230,000.0	
Comunicaciones	\$	-	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	
Seguridad y vigilancia	\$	-	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	
Seguros y fianzas	\$	-	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	\$ 110,000.0	
Otros	\$	-	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	\$ 50,000.0	
Máquina	\$	-	\$ 3,000,000.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,000,000.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Mantenimiento																
Conservación de pista	\$	-	\$ 200,000.0	\$ 240,000.0	\$ 200,000.0	\$ 200,000.0	\$ 200,000.0	\$ 270,000.0	\$ 270,000.0	\$ 270,000.0	\$ 270,000.0	\$ 264,500.0	\$ 264,500.0	\$ 264,500.0	\$ 264,500.0	
Conservación de rodaje "Charly"	\$	-	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	\$ 60,000.0	
Conservación de plataforma para carga	\$	-	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	\$ 5,000.0	
Conservación de máquina	\$	-	\$ 150,000.0	\$ 150,000.0	\$ 150,000.0	\$ 150,000.0	\$ 150,000.0	\$ 202,500.0	\$ 202,500.0	\$ 202,500.0	\$ 202,500.0	\$ 273,275.0	\$ 273,275.0	\$ 273,275.0	\$ 273,275.0	
Conservación de vehículos	\$	-	\$ 40,000.0	\$ 40,000.0	\$ 40,000.0	\$ 40,000.0	\$ 40,000.0	\$ 40,750.0	\$ 40,750.0	\$ 40,750.0	\$ 40,750.0	\$ 42,912.5	\$ 42,912.5	\$ 42,912.5	\$ 42,912.5	
Materiales Consumibles	\$	-	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 222,750.0	\$ 222,750.0	\$ 222,750.0	\$ 222,750.0	\$ 266,712.5	\$ 266,712.5	\$ 266,712.5	\$ 266,712.5	
Total Costos de Operación		\$	6,467,333.0	\$ 6,467,333.0	\$ 6,467,333.0	\$ 6,467,333.0	\$ 6,467,333.0	\$ 7,211,257.0	\$ 6,111,257.0	\$ 6,111,257.0	\$ 6,111,257.0	\$ 7,071,256.0	\$ 7,071,256.0	\$ 7,071,256.0	\$ 7,071,256.0	
GASTOS DE OPERACION																
Zona Terminal																
Depreciación																
Atrazajes para bodegas	\$	-	\$ 212,873.0	\$ 212,873.0	\$ 212,873.0	\$ 212,873.0	\$ 212,873.0	\$ 272,811.0	\$ 272,811.0	\$ 272,811.0	\$ 272,811.0	\$ 290,636.4	\$ 290,636.4	\$ 290,636.4	\$ 290,636.4	
Edificio para administración	\$	-	\$ 205,798.2	\$ 205,798.2	\$ 205,798.2	\$ 205,798.2	\$ 205,798.2	\$ 366,982.4	\$ 366,982.4	\$ 366,982.4	\$ 366,982.4	\$ 573,129.3	\$ 573,129.3	\$ 573,129.3	\$ 573,129.3	
Sueldos y Salarios	\$	-	\$ 417,000.0	\$ 417,000.0	\$ 417,000.0	\$ 417,000.0	\$ 417,000.0	\$ 720,000.0	\$ 720,000.0	\$ 720,000.0	\$ 720,000.0	\$ 1,163,764.7	\$ 1,163,764.7	\$ 1,163,764.7	\$ 1,163,764.7	
Mant'nimiento	\$	-	\$ 600,000.0	\$ 600,000.0	\$ 600,000.0	\$ 600,000.0	\$ 600,000.0	\$ 930,000.0	\$ 930,000.0	\$ 930,000.0	\$ 930,000.0	\$ 1,093,500.0	\$ 1,093,500.0	\$ 1,093,500.0	\$ 1,093,500.0	
Conservación de edificio y atrazajes																
Conservación de vehículos	\$	-	\$ 175,000.0	\$ 175,000.0	\$ 175,000.0	\$ 175,000.0	\$ 175,000.0	\$ 236,250.0	\$ 236,250.0	\$ 236,250.0	\$ 236,250.0	\$ 219,937.5	\$ 219,937.5	\$ 219,937.5	\$ 219,937.5	
Otras Errogaciones	\$	-	\$ 19,000.0	\$ 19,000.0	\$ 19,000.0	\$ 19,000.0	\$ 19,000.0	\$ 24,300.0	\$ 24,300.0	\$ 24,300.0	\$ 24,300.0	\$ 32,005.0	\$ 32,005.0	\$ 32,005.0	\$ 32,005.0	
Energía Eléctrica																
Comunicaciones	\$	-	\$ 315,000.0	\$ 315,000.0	\$ 315,000.0	\$ 315,000.0	\$ 315,000.0	\$ 425,250.0	\$ 425,250.0	\$ 425,250.0	\$ 425,250.0	\$ 574,087.5	\$ 574,087.5	\$ 574,087.5	\$ 574,087.5	
Seguridad y vigilancia	\$	-	\$ 240,000.0	\$ 240,000.0	\$ 240,000.0	\$ 240,000.0	\$ 240,000.0	\$ 294,000.0	\$ 294,000.0	\$ 294,000.0	\$ 294,000.0	\$ 437,400.0	\$ 437,400.0	\$ 437,400.0	\$ 437,400.0	
Seguros y fianzas	\$	-	\$ 275,000.0	\$ 275,000.0	\$ 275,000.0	\$ 275,000.0	\$ 275,000.0	\$ 371,250.0	\$ 371,250.0	\$ 371,250.0	\$ 371,250.0	\$ 501,667.5	\$ 501,667.5	\$ 501,667.5	\$ 501,667.5	
Otros	\$	-	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 130,000.0	\$ 175,500.0	\$ 175,500.0	\$ 175,500.0	\$ 175,500.0	\$ 236,325.0	\$ 236,325.0	\$ 236,325.0	\$ 236,325.0	
Materiales Consumibles	\$	-	\$ 180,000.0	\$ 180,000.0	\$ 180,000.0	\$ 180,000.0	\$ 180,000.0	\$ 243,000.0	\$ 243,000.0	\$ 243,000.0	\$ 243,000.0	\$ 328,000.0	\$ 328,000.0	\$ 328,000.0	\$ 328,000.0	
Total de Gastos de Operación		\$	2,895,956.4	\$ 2,895,956.4	\$ 2,895,956.4	\$ 2,895,956.4	\$ 2,895,956.4	\$ 3,886,254.4	\$ 3,886,254.4	\$ 3,886,254.4	\$ 3,886,254.4	\$ 5,171,421.7	\$ 5,171,421.7	\$ 5,171,421.7	\$ 5,171,421.7	
FLUJO DE EFECTIVO																
Resultado de Operación																
Depreciación	\$	-	\$ 4,111,024.4	\$ 5,426.1	\$ 1,161,948.4	\$ 4,080,264.4	\$ 5,347,783.5	\$ 3,886,782.0	\$ 6,367,034.5	\$ 7,208,341.7	\$ 7,088,873.7	\$ 6,276,877.3	\$ 6,794,027.0	\$ 7,143,428.0	\$ 7,307,454.4	
Capital de Trabajo	\$	-	\$ 200,000.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 216,725.4	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 807,883.3	
CAPEX	\$	-	\$ 6,178,062.8	\$ 1,116,062.8	\$ -	\$ -	\$ 2,317,471.3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,273,062.4	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
FLUJO OPERATIVO		\$	6,178,062.8	\$ 12,486,314.3	\$ 1,999,888.4	\$ 3,886,342.8	\$ 6,199,882.7	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	
FACTOR DE ACTUALIZACION																
Tasa de actualización a = 10%		1	0.909	0.826	0.751	0.683	0.620	0.561	0.512	0.466	0.424	0.385	0.349	0.316	0.287	
Tasa de actualización a = 12%		1	0.897	0.797	0.710	0.636	0.567	0.506	0.457	0.412	0.368	0.329	0.293	0.261	0.232	
Tasa de actualización a = 14%		1	0.877	0.769	0.676	0.594	0.519	0.450	0.390	0.341	0.298	0.261	0.227	0.196	0.171	
FLUJO DE EFECTIVO EN VALOR PRESENTE																
Tasa de actualización a = 10%		-	\$ 6,178,062.8	\$ 11,278,248.4	\$ 1,746,862.8	\$ 2,863,262.3	\$ 4,294,466.2	\$ 5,347,783.5	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4	\$ 6,116,386.4
Tasa de actualización a = 12%		-	\$ 6,178,062.8	\$ 11,478,192.1	\$ 1,289,442.8	\$ 2,182,426.7	\$ 3,640,919.0	\$ 4,332,297.0	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2	\$ 5,011,513.2
Tasa de actualización a = 14%		-	\$ 6,178,062.8	\$ 11,286,272.2	\$ 1,154,882.2	\$ 2,086,246.8	\$ 3,478,783.5	\$ 4,116,763.3	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4	\$ 4,804,471.4
VALOR PRESENTE NETO VPN																
Tasa de actualización a = 10%		\$	\$ 19,341,362.8	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Tasa de actualización a = 12%		\$	\$ 11,880,261.3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Tasa de actualización a = 14%		\$	\$ 8,116,211.7													

Corrida financiera para la Ampliación del Edificio de Pasajeros

La corrida financiera para la ampliación del edificio de pasajeros tiene similitud con la anteriormente desarrollada para el centro distribuidor de carga, por lo que solo algunos nuevos ingresos y egresos se desarrollarán más profundamente.

La metodología de estimar las tarifas o montos anuales, de acuerdo a la información que se tenga, para ingresos y egresos a través de la estadística, también se utilizará para estimar la corrida financiera de la ampliación del edificio de pasajeros. Cabe recordar que las tarifas y montos anuales son llevados del año 1999 al 2002, para actualizar los precios.

Es importante hacer notar que las tarifas o montos anuales, según sea el caso, después de haber sido estimados serán afectados, en el caso de los ingresos por un factor de reducción del 50% en los primeros tres años de operación correspondientes a la primera etapa, ya que este porcentaje estima la proporción de ingresos que le corresponde a la ampliación del edificio de pasajeros; y la diferencia le corresponde a la estructura actual; y de manera similar para la segunda etapa, el factor de reducción disminuye al 20%, es decir, del total de ingresos por aterrizajes, por ejemplo, a la ampliación le corresponde el 80% de los ingresos y ya solamente el 20% a la superficie del edificio de pasajeros construida actualmente.

Para el caso de los egresos (costos y gastos de operación), estimados a través de la estadística de los montos anuales que el aeropuerto eroga, son afectados también por un factor que proporcione los cargos o egresos por la ampliación del edificio, es decir, se hace un ligero incremento en los egresos con respecto a los de la estadística; por ejemplo, en la primera etapa para proporcionar la superficie a ampliar con respecto a los egresos, estos deben ser más mayores que los de la estadística.

NOTA : Para fines de la evaluación todos los ingresos estarán representados durante todo el horizonte de planeación en pesos constantes de este año, 2002.

Ingresos

◆ Ingresos aeronáuticos

- ⊙ Tarifa de Uso aeroportuario TUA.- con la estadística de los montos anuales por el concepto de TUA y los pasajeros anuales, se estima una tarifa para este año; la cual es multiplicada por el 50% del pronóstico de los pasajeros anuales (correspondiente a los pasajeros de salida); y multiplicada por el factor de reducción, ya explicado anteriormente, se estiman los montos anuales de este ingreso.
- ⊙ Servicio de aterrizaje.- de igual manera estimando una tarifa con las estadísticas de los montos anuales por el concepto de servicio de aterrizaje y las operaciones anuales, se estima una tarifa para este año; la cual es multiplicada por el pronóstico de las operaciones anuales que se realizarán durante el horizonte de planeación; y por último también por el factor de reducción, correspondiente a la ampliación.

- ⊙ **Plataforma o estacionamiento.**- este ingreso se estima solo basándose en las estadísticas de los montos anuales que ingresan al aeropuerto por el concepto de plataforma o estacionamiento; y multiplicándose por su factor de reducción correspondiente a la ampliación.

◆ **Ingresos no aeronáuticos o comerciales**

Tanto para el edificio de pasajeros como para la zona terminal, los derechos de concesión son las principales fuentes de ingresos, por lo cual este trabajo esta enfocado a explotar la distribución comercial en el edificio de pasajeros, y para lo cual se hacen una propuesta en superficies y montos anuales por derechos de concesión.

Básicamente se pretende ampliar los contratos de los distintos giros comerciales que actualmente existen y adicionar algunos con los cuales no cuenta el aeropuerto y que son importantes y de necesidad para los pasajeros que hacen uso del aeropuerto. La siguiente tabla muestra generalmente las propuestas en número de contratos, en superficies por contratos, rentas mensuales por m² y la renta anual; por los derechos de concesión para 20 contratos de locales comerciales, 10 para alimentos y bebidas, 5 para arrendadoras de autos, 6 para instituciones bancarias, 4 para espacios publicitarios y 3 para la transportación terrestre y estacionamiento. Requiriendo una superficie total en el edificio de pasajeros de 920.0 m², representando aproximadamente el 30% del total de la superficie ampliada; y 6,550.0 m² en los accesos viales y estacionamiento del aeropuerto.

Propuesta para la Nueva Distribución de la Explotación Comercial

Giro Comercial	Número de Contratos	Superficie por contrato [m ²]	Superficie Total [m ²]	Renta Mensual por [m ²]	Renta Mensual 2003
Locales Comerciales	20	16.00	320.00	\$ 375.00	\$ 120,000.00
Alimentos y bebidas	10	40.00	400.00	\$ 562.50	\$ 225,000.00
Arrendadora de autos	5	16.00	80.00	\$ 262.50	\$ 21,000.00
Instituciones bancarias	6	20.00	120.00	\$ 487.50	\$ 58,500.00
Espacios publicitarios	4				\$ 5,937.53
Transportación terrestre y estacionamiento	3	2183.33	6550.00	\$ 9.00	\$ 58,950.00
Total Mensual	48		7470.00		\$ 489,387.53
Total Anual					\$ 5,872,650.32

Costos de operación

Se consideran costos de operación todos aquellos egresos para la correcta operación y funcionalidad de las maniobras necesarias para el movimiento de pasajeros en la zona aeronáutica. Considerando que solamente se le cargará una parte proporcional de estos costos a la ampliación del edificio de pasajeros.

- ⊙ Depreciación: ampliación y refuerzo de pista.- en el programa de inversiones requeridas se observó que es necesario cargar una parte de la inversión a la ampliación del edificio de pasajeros, ya que estas estructuras son comunes para operación de cada uno de ellos. Por lo cual también es necesario cargar los costos de depreciación para las estructuras comunes de los dos elementos a evaluar, por lo cual el costo de depreciación de ampliación y refuerzo de pista se estiman de la misma manera que el centro distribuidor de carga; se divide la inversión requerida, en este caso la proporcional, entre el número de años que dará servicio durante el horizonte de planeación.
- ⊙ Sueldos y salarios.- los costos de operación en la zona aeronáutica por sueldos y salarios se estiman con los montos anuales de las estadísticas, además de proporcionar lo que le corresponde específicamente a la ampliación del edificio de pasajeros como cargo por las operaciones en zona la aeronáutica.
- ⊙ Otras erogaciones: energía eléctrica, comunicaciones, seguridad y vigilancia, seguros y fianzas, y otros.- al igual que los sueldos y salarios estas erogaciones se estiman con las estadísticas y con el cargo correspondiente por la ampliación.
- ⊙ Maquinaria.- no se pretende invertir en maquinaria en la zona aeronáutica, ya que actualmente se opera en condiciones normales; y solo se hace la estimación de una inversión a la mitad del horizonte de planeación para mantener al aeropuerto a la vanguardia y dicha inversión es afectada por el cargo que le corresponde a la ampliación.
- ⊙ Mantenimiento: conservación de pista, rodajes “alfa y beta”, plataforma comercial y maquinaria.- a la ampliación se le tiene que cargar una parte proporcional de los montos de conservación de estas estructuras; y se estima también con las estadísticas que se pagan en el aeropuerto.

Gastos de operación

Se consideran gastos de operación todos aquellos egresos involucrados en la administración para el movimiento de pasajeros en la zona terminal. Por lo cual los cargos por estos gastos de operación son íntegros

- ⊙ Depreciación: ampliación edificio de pasajeros.- solamente se carga el gasto de depreciación por la ampliación del edificio; y se estima con la misma metodología ya descrita; recordando que habrá un incremento en la depreciación cuando comience a operar la segunda etapa de ampliación.
- ⊙ Sueldos y salarios.- esta estimación esta basada en la propuesta de un nuevo importe de nomina quincenal, la cual incrementa el número de personal para la administración exclusiva del edificio de pasajeros, además de cargar solamente durante la primera etapa el 50% de los sueldos y salarios a la ampliación del edificio, ya que el otro 50% actualmente lo paga el aeropuerto. Sin embargo para el primer año de operación de la segunda etapa los cargos por sueldos y salarios los cubría la ampliación con el 80%, por

Propuesta de Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Reynosa
EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

tener la mayor parte en superficie y requerir mayor demanda para la administración; y el resto lo pagará teóricamente las instalaciones actuales.

Propuesta de Importe de la Nomina Quincenal 2003

Departamento	No. Empleados	Sueldo Quincenal
Funcionarios	4	\$ 58,900.2
Personal Operativo	46	\$ 249,354.4
Administración	20	\$ 119,256.4
ERPE	10	\$ 48,786.7
Electromecánico	4	\$ 19,514.7
Mantenimiento	6	\$ 30,898.3
Servicios y Seguridad	6	\$ 30,898.3
Total Quincenal	50	\$ 308,254.59
Personal Operativo Base	35	
Personal Operativo Confianza	15	
Total Anual		\$ 7,398,110.08
Importe Anual Primera Etapa (Ampliación Edificio 50%)		\$ 3,699,055.04
Importe Anual Segunda Etapa (Ampliación Edificio 80%)		\$ 5,918,488.06

- ① Otras erogaciones: energía eléctrica, comunicaciones, seguridad y vigilancia, seguros y fianzas, y otros.- estas erogaciones son más proporcionales directamente con la superficie del edificio de pasajeros, es decir, conforme el edificio se amplía requerirá de mayor energía eléctrica, comunicaciones, seguridad y vigilancia, por lo cual se le aplica un factor por ampliación en cada etapa; y se estiman con los montos anuales de las estadísticas.
- ① Mantenimiento: conservación del edificio de pasajeros.- como se ha venido haciendo los cargos por conservación del edificio de pasajeros, solo corresponde a las ampliaciones que se realizarán en cada etapa. Por lo cual la estimación realizada con las estimaciones de los montos anuales por el edificio actual, estará afectada por el factor de proporción que cargue dicho gasto de operación.

5 Mar 2002

CORRIDA FINANCIERA:
ZONA TERMINAL: EDIFICIO DE PASAJEROS

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
INGRESOS														
Ingresos Aeronáuticos														
Tarifa de Uso Aeropuerto TUA	\$ 3,117,977.0	\$ 5,731,547.6	\$ 6,674,914.7	\$ 10,144,603.3	\$ 10,441,916.1	\$ 10,621,702.1	\$ 10,773,823.6	\$ 10,915,960.2	\$ 11,131,454.7	\$ 11,329,015.5	\$ 11,536,763.0	\$ 11,720,777.7	\$ 11,915,198.1	\$ 12,115,198.1
Almuerzo	\$ 1,830,531.1	\$ 1,874,790.0	\$ 2,092,787.7	\$ 3,495,302.5	\$ 3,608,187.2	\$ 3,643,120.1	\$ 3,712,299.5	\$ 3,761,876.9	\$ 3,820,314.5	\$ 3,904,828.1	\$ 3,976,762.0	\$ 4,041,802.7	\$ 4,100,343.5	\$ 4,160,343.5
Plataforma o estacionamiento	\$ 1,096,414.2	\$ 1,096,414.2	\$ 1,096,414.2	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9	\$ 1,791,862.9
Puente de embarque	\$ 766,944.4	\$ 726,297.4	\$ 675,648.0	\$ 1,462,496.6	\$ 1,506,202.2	\$ 1,532,714.5	\$ 1,553,271.9	\$ 1,568,761.6	\$ 1,584,251.3	\$ 1,604,741.0	\$ 1,624,230.7	\$ 1,643,720.4	\$ 1,663,210.1	\$ 1,711,704.4
Ingresos Comerciales														
Locales Comerciales	\$ 1,240,800.0	\$ 1,240,800.0	\$ 1,240,800.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0	\$ 1,622,400.0
Almuerzo y bebidas	\$ 2,340,200.0	\$ 2,340,200.0	\$ 2,340,200.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0	\$ 3,042,000.0
Arrendamiento de autos	\$ 218,400.0	\$ 218,400.0	\$ 218,400.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0	\$ 283,520.0
Espacios publicitarios	\$ 71,250.0	\$ 71,250.0	\$ 71,250.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0	\$ 92,425.0
Instalaciones bancarias y agencias aduanales	\$ 608,400.0	\$ 608,400.0	\$ 608,400.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0	\$ 798,720.0
Instalaciones terrestres y estacionamiento	\$ 617,000.0	\$ 613,000.0	\$ 617,200.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0	\$ 797,004.0
Total de Ingresos	\$ 14,163,829.2	\$ 14,776,176.5	\$ 15,276,247.3	\$ 21,477,234.5	\$ 21,877,593.5	\$ 22,077,952.5	\$ 22,278,311.5	\$ 22,478,670.5	\$ 22,679,029.5	\$ 22,879,388.5	\$ 23,079,747.5	\$ 23,279,106.5	\$ 23,479,465.5	\$ 23,679,824.5

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
COSTOS DE OPERACION														
Zona Aeronáutica														
Depreciación														
Ampliación de Pista	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0	\$ 84,829.0
Recurso de Pista	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0	\$ 110,748.0
Suelos y Salinos	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0	\$ 195,377.0
Otras Ergoneones	\$ 4,226,576.0	\$ 4,226,576.0	\$ 4,226,576.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0	\$ 4,227,794.0
Energía Eléctrica	\$ 502,191.5	\$ 502,191.5	\$ 502,191.5	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1	\$ 604,864.1
Comunicaciones	\$ 328,000.0	\$ 328,000.0	\$ 328,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0	\$ 416,000.0
Seguridad y vigilancia	\$ 241,700.0	\$ 241,700.0	\$ 241,700.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0	\$ 304,625.0
Seguros y fianzas	\$ 228,460.0	\$ 228,460.0	\$ 228,460.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0	\$ 285,575.0
Otras	\$ 801,724.0	\$ 801,724.0	\$ 801,724.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0	\$ 991,152.0
Mantenimiento	\$ 1,250,000.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Conservación de pista	\$ 387,689.1	\$ 387,689.1	\$ 387,689.1	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5	\$ 443,861.5
Conservación de rodajes "alta y bravo"	\$ 299,774.3	\$ 299,774.3	\$ 299,774.3	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6	\$ 369,706.6
Conservación de plataformas comercial	\$ 499,623.3	\$ 499,623.3	\$ 499,623.3	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0	\$ 619,511.0
Conservación de maquinas	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 160,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0	\$ 214,000.0
Conservación de vehículos	\$ 308,517.7	\$ 308,517.7	\$ 308,517.7	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4	\$ 404,457.4
Materiales Consumibles	\$ 462,336.0	\$ 462,336.0	\$ 462,336.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0	\$ 578,170.0
Total Costos de Operación	\$ 14,173,468.8	\$ 14,173,468.8	\$ 14,173,468.8	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3	\$ 16,344,369.3

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GASTOS DE OPERACION														
Zona Terminal														
Depreciación														
Ampliación Edificio de Pasajeros	\$ 946,978.0	\$ 946,978.0	\$ 946,978.0	\$ 946,978.0	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9	\$ 1,972,231.9
Suelos y Salinos	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0	\$ 3,030,000.0
Mantenimiento	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7
Conservación del edificio de pasajeros	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0	\$ 83,000.0
Conservación de vehículos	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7	\$ 25,377.7
Otras Ergoneones	\$ 7,500.0	\$ 7,500.0	\$ 7,500.0	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9	\$ 8,021.9
Energía Eléctrica	\$ 22,500.0	\$ 22,500.0	\$ 22,500.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0	\$ 25,250.0
Comunicaciones	\$ 24,910.0	\$ 24,910.0	\$ 24,910.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0	\$ 27,000.0
Seguridad y vigilancia	\$ 23,791.4	\$ 23,791.4	\$ 23,791.4	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6	\$ 26,765.6
Seguros y fianzas	\$ 54,965.1	\$ 54,965.1	\$ 54,965.1	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2	\$ 67,804.2
Gastos de viaje	\$ 133,000.0	\$ 133,000.0	\$ 133,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0	\$ 149,000.0
Otras	\$ 290,976.0	\$ 290,976.0	\$ 290,976.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0
Materiales Consumibles	\$ 290,976.0	\$ 290,976.0	\$ 290,976.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0	\$ 327,340.0
Total Gastos de Operación	\$ 5,217,907.9	\$ 5,217,907.9	\$ 5,217,907.9	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7	\$ 6,044,027.7

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FLUJO DE EFECTIVO														
Resultado de Operación														
	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0	\$ 1,922,827.0
Depreciación														
	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4	\$ 6,444,444.4
Capital de Trabajo														
	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CAPEX														
	\$ 14,633,120.0	\$ 14,633,120.0	\$ 14,633,120.0	\$ 14,633,120.0										

Análisis de la Rentabilidad Financiera

Centro Distribuidor de Carga y Ampliación para el Edificio de Pasajeros

La evaluación financiera del proyecto tanto para el Centro Distribuidor de Carga como para la Ampliación del Edificio de Pasajeros del aeropuerto, se basa en el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de los flujos de ingresos y egresos. Dichos flujos son tomados de las proyecciones que se obtienen en cada uno de estos rubros considerando las demandas pronosticadas en las corridas financieras desarrolladas anteriormente.

Cada uno de los elementos a evaluar tiene los mismos criterios de análisis de rentabilidad, por lo que se explicará de manera general como se desarrollará y se presentará de manera individual el análisis de cada elemento.

Flujo de Efectivo

- **Resultado de Operación.-** se obtiene restando al total de los ingresos (aeronáuticos y no aeronáuticos) el total de los costos de operación erogados en la zona aeronáutica y el total de los gastos de operación erogados en la zona terrestre del elemento a evaluar.
- **Depreciación.-** es la suma de la depreciación erogada en los costos de operación de la zona aeronáutica y la depreciación erogada en los gastos de operación de la zona terrestre.
- **Incremento del Capital de Trabajo.-** se entiende como capital de trabajo, el capital necesario para pagar la mano de obra de un negocio. Este se estima sumando los costos y los gastos de operación, y restando la depreciación; a su vez el resultado es dividido entre 360 días del año; y por último es multiplicado por un factor F de días en que el capital de trabajo en promedio es:

$$\text{Capital de Trabajo [anual]} = [(\text{Costos de Operación} + \text{Gastos de Operación} - \text{Depreciación}) / 360] * F$$

F se estima que sea para fines de evaluación de 20 días.

El incremento del Capital de Trabajo se obtiene con la diferencia de montos anuales.

- **CAPEX (Programa de Inversiones Requeridas).-** son los montos anuales del resultado del programa de inversiones requeridas de cada elemento.

Flujo Operativo

Son los montos anuales de la suma del resultado de operación y la depreciación, menos la suma del capital de trabajo y el CAPEX. La depreciación es sumada al resultado de operación, ya que se considera a la depreciación como costos y gastos de operación ficticios; y en realidad son activos fijos.

Factor de Actualización

Es el factor que involucra a la tasa de descuento o costo de oportunidad del capital de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_{ACT.} = \frac{1}{(1+a)^i}$$

donde a = tasa de descuento o costo de oportunidad del capital (anual o mensual)
 i = número de periodos (años o meses)

La evaluación de los dos proyectos incluye el análisis para tres tasas de descuento diferentes: 10%, 12% y 14%.

Flujo de Efectivo en Valor Presente Neto

Son los montos anuales del flujo operativo, aplicándoles el factor de actualización a través de la siguiente operación:

$$f_{efectivo_i} = f_{operativo_i} \frac{1}{(1+a)^i} = f_{operativo_i} F_{ACT.}$$

Como se tienen tres factores de actualización, también se obtienen tres flujo de efectivo en valor presente neto para la evaluación de los proyectos.

Valor Presente Neto

Es el valor presente neto del flujo de efectivo del proyecto, en el año del análisis, ya sea para el centro distribuidor de carga o para la ampliación del edificio de pasajeros; y se estima de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VPN = \sum_{i=0}^n f_{operativo_i} \frac{1}{(1+a)^i} = \sum_{i=0}^n f_{efectivo_i}$$

El análisis final es la presentación de tres valores presentes netos, de acuerdo a las tres tasas de actualización propuestas.

Tasa Interna de Retorno TIR

Es la tasa de actualización que aplicada al flujo hace que el valor presente neto VPN sea igual a cero, en otras palabras, es la tasa de actualización límite con la cual el proyecto comienza a ser rentable.

$$VPN = \sum_{i=0}^n f_{operativo_i} \frac{1}{(1+a)^i} = 0$$

y se obtiene con el fin de conocer con que tasa de actualización tendríamos que trabajar para que el proyecto comenzara a ser rentable, en caso de que el análisis mostrara que los valores presentes netos fueran negativos.

V.3 Resultados.

Centro Distribuidor de Carga

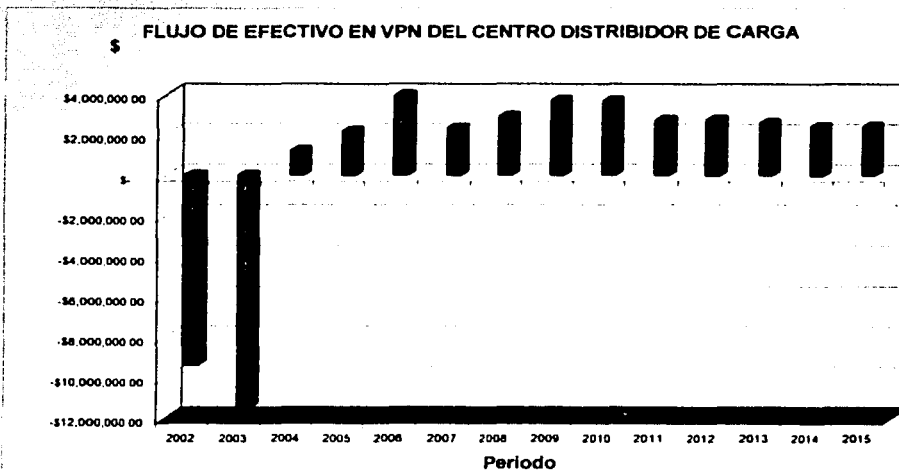
El primer resultado que se puede observar en el flujo de efectivo en valor presente neto, es que en el primer año del análisis, año 2002, los egresos son superiores a los ingresos, pues es cuando se erogan grandes cantidades para poner en marcha las obras de construcción y ampliación; estos requerimientos de inversión representan un monto de \$9,370,083.03. Para el primer año de operación, año 2003, todavía no alcanza a recuperarse la inversión, debido a que continua invirtiéndose en construcciones y ampliaciones para el centro distribuidor de carga.

Se tiene que para el año 2004 se obtendrá un flujo en valor presente neto positivo de \$1,200,443.56 mismo que continuara incrementándose hasta el año 2006 a \$3,940,010.08

Sin embargo, para el año 2007 debido a una nueva inversión para la segunda etapa de desarrollo, habrá un decremento en el flujo de , el cual se recuperara durante los siguientes tres años a \$2.332,297.13. Otra nueva inversión en el año 2011 para la tercera y ultima etapa de desarrollo del centro distribuidor de carga, provoca un decremento en el flujo, el cual debido a la magnitud de egresos no logra recuperarse, pero sus decrementos no son significativo, ya que el ultimo año del horizonte de planeación se tiene un flujo positivo de \$2,395,227.51.

Los valores presentes netos indicaron que se obtendrán flujos positivos de \$16,561,502.6, \$11,898,593.5 y \$8,019,816.7 al aplicar las tasas de actualización de 10%, 12% y 14%, respectivamente. Por lo que se concluye que con las tres tasas de actualización propuestas y los valores presentes netos obtenidos, indican rentabilidad para el proyecto del centro distribuidor de carga.

La Tasa Interna de Retorno TIR obtenida es de 19.77% e indica que el proyecto tendrá un rendimiento tal que hacia el final del horizonte de planeación, la erogación para desarrollar el proyecto será totalmente recuperada.



Ampliación para el Edificio de Pasajeros

Al inicio del periodo del análisis, año 2002, se observa que los egresos son muy superiores que los ingresos, debido a la inversión requerida para poner en marcha las obras de ampliación de la primera etapa de desarrollo para el edificio de pasajeros, y de acuerdo al programa de inversiones este monto es de \$14,853,128.29. Los dos primeros años de operación con la ampliación en el edificio, años 2003 y 2004, comenzaran a mostrar flujos de efectivo en valores presentes netos positivos de -\$643,691.6 y \$863,163.42, respectivamente.

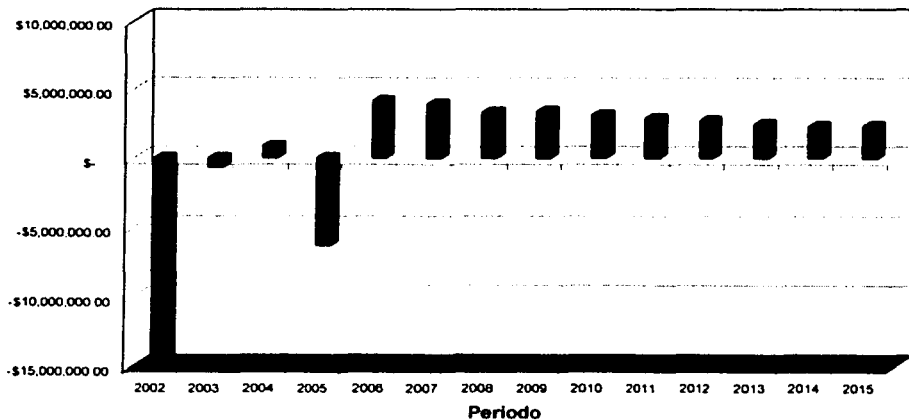
Sin embargo en el 2005, año en que se inicia la segunda y ultima etapa de desarrollo para la ampliación del edificio de pasajeros, se requerirá de una nueva inversión con un monto de \$10,252,613.45; la cual hará que el flujo pase a un valor negativo de - \$6,296,072.38; y al no lograr superar los ingresos, las erogaciones y requerimientos de inversión para ese año.

En el año 2006 los ingresos superarán a los egresos, obteniéndose para ese año un saldo positivo de \$4,130,768.83; y puede decirse que es el año en que comenzara a recuperarse la inversión. A partir de ese momento y hasta el final del horizonte de planeación , el balance muestra únicamente resultados positivos, aunque con decrementos durante este ultimo periodo, llegando a tener un flujo positivo en el año 2015 de \$2,309,894.07.

Los valores presentes netos indicaron que se obtendrán flujos positivos de \$13,854,286.0, \$9,466,126.0 y \$5,824,300.6 al aplicar las tasas de actualización de 10%, 12% y 14%, respectivamente. Por lo que se concluye que con las tres tasas de actualización propuestas y los valores presentes netos obtenidos, indican rentabilidad para el proyecto de ampliación del edificio de pasajeros.

La Tasa Interna de Retorno TIR obtenida es de 18.21% e indica que el proyecto tendrá un rendimiento tal que hacia el final del horizonte de planeación, la erogación para desarrollar el proyecto será totalmente recuperada.

FLUJO DE EFECTIVO EN VPN PARA LA AMPLIACION DEL EDIFICIO DE PASAJEROS



CONCLUSIONES

La resolución de realizar una “propuesta de plan maestro de desarrollo para el aeropuerto de Reynosa”, por estar en una región con potenciales de crecimiento óptimos para desarrollar una economía sustentable; conservando, modernizando y ampliando la infraestructura; elevando los niveles de servicio, calidad y eficiencia de las estructuras y sistemas para la operación y administración del aeropuerto; son la fuente fundamental para el desarrollo de este trabajo.

El aeropuerto internacional “Gral. Lucio Blanco” de tipo fronterizo de la ciudad de Reynosa mostró que tiene un área de influencia regional significativa con vías de transporte terrestre definidas para acceder a la ciudad y al aeropuerto. A pesar de ser un aeropuerto designado como internacional no tiene ninguna ruta de origen-destino internacional, debido a la cercanía con los aeropuertos de Matamoros, McAllen y Harlingen, estos dos últimos en Texas Estados Unidos, y los cuales abarcan el área de influencia para rutas internacionales. Sin embargo, el aeropuerto de Reynosa tiene como fortaleza situarse en una región donde la economía es generada principalmente por la industria maquiladora, lo que hace al aeropuerto tener mayores oportunidades de crecimiento. Por otra parte, la infraestructura del aeropuerto con la que actualmente se esta operando cuenta con las estructuras y sistemas básicos para la operación y administración de mismo tales como; pista con designación 13-31, dos calles de rodaje alfa y bravo, plataforma comercial, plataforma de aviación general; edificio de pasajeros con áreas de concesión comercial y hangares; servicios de apoyo: torre de control, cuerpo de rescate y extinción de incendios CREI, servicios de combustible, equipos de ayudas visuales y radioayudas, subestaciones eléctricas, planta de tratamiento de aguas residuales, etc.

En cuanto a la evaluación del mercado atendido y potenciales de crecimiento para el aeropuerto se tienen los siguientes resultados:

◆ Aspectos demográficos.- la ciudad de Reynosa en el año 2000 registró una población de 392,637 habitantes y se estima que a través de tasas de crecimiento anual y métodos estadísticos tradicionales, desarrollados en este trabajo, que la población para el año 2015 será de 620,685 habitantes. De estas cifras se concluye que no habrá un incremento significativo en la población, ya que el número de habitantes estimados para el año 2015 representará aproximadamente un incremento de dos veces del que en la actualidad existe, para un período de quince años.

◆ Aspectos socioeconómicos.- como es bien sabido las zonas de influencia con ciudades capitalinas, turísticas y comerciales hacen aumentar considerablemente la demanda del transporte aéreo de la zona, y por el contrario los centros industriales lo reducen. Reynosa no es una ciudad capitalina, turística o comercial cien por ciento, sin embargo, tiene la fortaleza de ser una ciudad donde se desarrolla la industria maquiladora, el comercio y donde PEMEX tiene presencia en la producción de gas natural. Por lo cual el estado ocupa el décimo primer lugar a nivel nacional en cuanto a PIB estatal.

◆ Aspectos geográficos.- la ubicación geográfica del aeropuerto en el municipio de Reynosa hace que haya mayor concentración de la demanda, ya que los demás municipios tanto cercanos como lejanos, representan un porcentaje mínimo en la demanda del transporte aéreo. Sin embargo, la ciudad de Reynosa tiene como amenaza

un puente fronterizo que la comunica con las ciudades de MacAllen y Hallingen, en Estados Unidos, y las cuales cuentan con aeropuerto; ocasionando una debilidad en el aeropuerto de Reynosa para fortalecer su zona de influencia y a su vez expandir su mercado atendido.

◆ Potenciales de crecimiento.- establecidos los aspectos anteriores hacen concluir que existe un potencial de crecimiento no explotado por el gobierno federal, y la estrategia para hacerlo, es mediante la creación de un centro distribuidor de carga dentro de la zona aeronáutica y con su propia zona terrestre, donde se agilicen y faciliten los trámites aduanales, a través de empresas encargadas de la logística y del transporte multimodal, y de esta manera se pueda distribuir la carga directamente a los diferentes destinos.

El horizonte de planeación que se consideró para esta propuesta de plan maestro de desarrollo fue para un período de 15 años, ya que este es usado generalmente para plazos largos de los requerimientos del capital y para proyectos que requieran de mantenimiento cíclico extendido e inversiones periódicas futuras adicionales, como son las etapas de desarrollo.

El complementar los datos estadísticos con el comportamiento que ha experimentado la economía nacional, así como las observaciones directas sobre movimiento de pasajeros y operaciones en el aeropuerto, permite cuantificar el crecimiento que ha tenido la demanda, así como determinar, de manera general su comportamiento a lo largo de los últimos años. Es por eso que en este trabajo se presentaron las curvas estadísticas de pasajeros, operaciones y movimiento de carga anual, con fuentes de Aeropuertos y Servicios Auxiliares ASA y por el Sistema Estadístico Aeroportuario, con la finalidad de complementar y correlacionar la información en los distintos períodos de la estadística. Dentro de los puntos mas importantes de las curvas estadísticas se mencionan los siguientes:

- Pasajeros anuales.- el período de 1996 a 1999 se caracteriza por presentarse el incremento más significativo, y donde en este último año se registró el número de pasajeros más alto en la historia estadística del aeropuerto con 147,542 pasajeros, dejando como incertidumbre la tendencia de este crecimiento.
- Operaciones anuales.- en 1981 se registró el número de operaciones más alto en toda la historia estadística del aeropuerto con 16,409 operaciones anuales, y a partir de éste, hubo un decremento en la demanda originando que en el último año de la estadística 1999, se registraran 7,929 operaciones anuales.
- Movimiento de carga.- el comportamiento de esta curva es importante para desarrollar el potencial de crecimiento identificado en la región, para lo cual se observó que este tuvo un máximo movimiento de carga en 1984 registrando 474.0 toneladas anuales y 215.0 en 1995, último año de la estadística. Este comportamiento indicó no satisfacer las expectativas para explotar un centro distribuidor de carga, por lo cual se estimaron volúmenes extraordinarios a los de la curva estadística.

Tanto ASA como el SEA además de contar con la curva estadística han estimado el pronóstico de pasajeros y operaciones anuales. Sin embargo, en este trabajo se desarrolló una metodología para justificar que curva tendría menos incertidumbre, obteniéndose los siguientes resultados:

Al transponer la curva estadística, el pronóstico por ASA y el del SEA, este último mostró incongruencia en los valores al estar por debajo de la curva estadística de ASA.

Así que se decidió proponer una metodología que relacionara por lo menos a una variable económica con el comportamiento del crecimiento de pasajeros anuales. Se proyectó la variable económica PIB nacional anual y se relacionó con el crecimiento de pasajeros anuales, obteniéndose un modelo para tres escenarios, relacionar el más probable con las curvas pronosticadas por ASA y el SEA, y por último tomar la decisión de la curva de pronóstico a utilizar en el trabajo. Las curvas mostraron correlación entre la obtenida en este trabajo y la estimada por ASA, ya que la del SEA había sido descartada anteriormente, y se llegó a la conclusión de confiar en la estimación realizada por ASA, suponiendo que fue realizada considerando más variables macroeconómicas y con metodologías más desarrolladas, tal como un método econométrico.

Los pronósticos tomados por la fuente de ASA fueron para pasajeros y operaciones anuales, los cuales estimaron que para el año 2015 habrá una demanda de 329,570 y 19,520 pasajeros y operaciones anuales, respectivamente. Sin embargo no hubo un pronóstico para el movimiento de carga, y si lo hubiera no habría satisfecho la demanda requerida, ya hablada para desarrollar el centro distribuidor de carga, por lo cual en este trabajo se hizo una estimación para tres períodos:

El primer período con tasas de crecimiento extraordinariamente rápidas y variables en un período corto, definido por un comportamiento exponencial, llegando a mover 7,728 toneladas anuales en el año 2006; el segundo con tasas de crecimiento constantes o lineales para alcanzar a mover 11,315 toneladas anuales en el 2010; y para el último estabilizar el crecimiento con tasas pequeñas y constantes para mover el máximo volumen de carga con 13,766 toneladas anuales para el año 2015.

Fue fundamental especificar parámetros de diseño que obedezcan a niveles de servicio adecuados y operacionales para las estructuras del aeropuerto, ya que dichos parámetros cambian con el paso del tiempo al sobrepasar las expectativas de diseño; por lo cual toda proyección ya sea para un nuevo aeropuerto o simplemente para su ampliación, debe diseñarse con parámetros actualizados que ofrezcan niveles de servicio óptimos durante el horizonte de planeación.

La determinación de la capacidad de cada elemento dio como resultado un parámetro de diseño teórico para algunas estructuras, parámetro que sirvió como elemento de evaluación para la detección de las necesidades de ampliación de la infraestructura aeroportuaria de la zona aeronáutica y terminal; y así como proponer propuestas de ampliación o construcción:

① Flota de aeronaves.- se analizó la incorporación de la aeronave B-757, no como una necesidad de capacidad de la demanda de pasajeros por avión, si no como una estrategia para preparar al aeropuerto a nivel de plan maestro para la infraestructura del centro distribuidor de carga.

② Pista.- la pista mostró no tener ningún problema en la capacidad, ya que ésta es de 18 operaciones por hora y de acuerdo a los pronósticos, la máxima demanda que habrá al final del horizonte de planeación serán de 4 operaciones por hora, por lo cual se concluyó que no existe la necesidad de construir una nueva pista, sin embargo, la incorporación de la aeronave B-757 solicita la ampliación y refuerzo en la estructura de la misma.

③ Calles de rodaje Alfa y Bravo.- tienen la misma capacidad y demanda de operaciones por hora que la pista, sin embargo, se llegó a la conclusión para construir una nueva calle de rodaje de salida exclusivo para el centro distribuidor de carga, denominado "Charlie".

④ Plataforma Comercial.- la superficie de 16,200.0 m² para alojar tres posiciones simultáneas dió como resultado un parámetro de diseño teórico de 5,400.0 m², mientras que el parámetro de diseño adoptado para niveles de servicio óptimos es de 8,000.0

CONCLUSIONES

m²/avión. De lo que se concluyó que de acuerdo a los pronósticos, no habrá requerimientos de más de dos posiciones simultáneas durante el horizonte de planeación, sin embargo, para operar la plataforma comercial con niveles de servicio óptimos tendrá que usarse la superficie solamente para dos aeronaves, cuando teóricamente es para tres.

⊙ Plataforma de Carga.- esta estructura no existe actualmente en la zona aeronáutica del aeropuerto, por otra parte, el objetivo principal del centro distribuidor de carga es separar a los pasajeros de la carga, a través de la construcción de una plataforma exclusiva para el movimiento de carga con dos posiciones simultáneas, y utilizando el parámetro de diseño adoptado para niveles de servicios óptimos de 8000.0 m²/avión; resultó una superficie requerida de 16,000.0 m². La ubicación estratégica para la localización de esta plataforma se concluyó que fuera al costado derecho de la plataforma comercial y enlazada a la cabecera 31 de la pista, a través del nuevo rodaje C "Charlie".

Cabe destacar que el tipo de pavimento con el cual esta construido las estructuras como la pista, las calles de rodaje alfa y bravo y la plataforma comercial, es flexible; por lo tanto la ampliación y refuerzo de la pista, y la nueva calle de rodaje Charlie continuaran siendo del mismo tipo. Sin embargo, la plataforma de carga se propone que sea del tipo rígido para aprovechar los costos de mantenimiento bajos que ofrece, en comparación con el flexible.

La estimación de los espesores de las estructuras a ampliar y a construir se realizaron con el método de la Federal Aviation Administration FAA, y para aplicarlo en los pavimentos flexibles se recurrió a distintas suposiciones y criterios mas desfavorables que se lleguen a presentar en las estructuras, tales como porcentaje de despegues anuales de cada aeronave, Valor Relativo de Soporte de los materiales que conforman las capas del pavimento, factores para materiales estabilizados, etc. Por otra parte, la estimación para el pavimento rígido se realizó con una metodología, basada en los análisis de Westergard, y de igual manera el método requirió de distintos parámetros y datos que tuvieron que ser supuestos para estimar los espesores, tales como la resistencia del concreto a la tensión por flexión, modulo de reacción del terreno, porcentaje de despegues anuales de cada aeronave, etc.

⊙ Edificio de pasajeros.- con 1,140.0 m² y un parámetro de diseño teórico de 8 m²/pax se deduce que esta estructura esta operando con niveles de servicio bajísimos, lo que implica congestionamientos en sus distintos elementos. Por tanto, se concluyó que se requiere ampliar el edificio de pasajeros, ya que la superficie requerida para este año, utilizando el parámetro de diseño adoptado para niveles de servicio óptimos, es de 2,557.0 m², casi el doble de lo que en la actualidad existe, es por esto que urge la ampliación del edificio de pasajeros para este año con una primera etapa; y continuar la segunda y ultima en el año 2006 antes de volver a tener un déficit en la superficie, alcanzando una capacidad máxima instalada de 5,108.0 m².

⊙ Vialidades y estacionamientos.- a grandes rasgos se concluye que estas dos estructuras ofrecen niveles de servicios satisfactorios y óptimos en la actualidad, por lo cual la demanda requerida para estas estructuras no influye para realizar alguna ampliación o construcción durante el horizonte de planeación.

⊙ Estructuras para el centro distribuidor de carga.- estas estructuras no existen, por lo cual fueron proyectadas utilizando parámetros de diseño adoptados para niveles de servicio óptimos, así se obtuvo la demanda de superficie requerida de cada estructura durante el horizonte de planeación. Resultando que se requerirán 3,441.0 y 1,720.0 m²

para almacenes y edificio administrativo, respectivamente, para el movimiento de carga en la zona terminal del centro distribuidor de carga.

⊙ Para la construcción de los almacenes y el edificio para la administración de carga se concluyó que hubiera un crecimiento proporcional a los incrementos en la demanda de volúmenes de carga. De lo anterior se planteó que para estas dos estructuras habrá tres etapas de ampliación, las mismas que para el pronóstico de carga, alcanzando una capacidad máxima en cada una de ellas de 3,442.0 y 1721.0 m², respectivamente.

Como aspectos constructivos para el edificio de pasajeros y de administración del aeropuerto y del centro distribuidor de carga, respectivamente. En el primero se continuará en forma lineal, sin un segundo nivel, con el mismo sistema de cimentación, estructura y acabados del edificio actual, ya que se estima que fue proyectado para satisfacer las cargas solicitadas para un solo nivel y un segundo demandaría reforzar o reconstruir cimentación y/o estructura, ocasionando costos elevados y procesos constructivos complejos. Sin embargo, las estructuras en la zona del centro distribuidor de carga, no están construidas, por lo cual se puede elegir que tipo de edificación puede ser la más adecuada. Así, para los almacenes sería funcional una nave industrial con cimentación de concreto reforzado y superestructura de estructura metálica; y el edificio para la administración, sería una edificación para oficinas de clase semilujo, construida a través de cimentación de concreto reforzado, superestructura de estructura metálica y acabados de fachada con módulos de materiales resistentes y funcionales.

Los efectos de impacto ambiental que se estudiaron en este trabajo tanto para la zona aeronáutica como para la zona terrestre, en las etapas de construcción y después en la de operación, fueron los más importantes para la proyección del aeropuerto. Para la zona aeronáutica se analizaron los siguientes impactos ambientales durante la etapa de construcción: consumo de espacio, erosión de suelos y contaminación por ruidos; mientras que en la operación: contaminación por ruido, contaminación del aire y derramamiento de combustible. De lo que se concluyó que el efecto más negativo en la construcción es el consumo de espacio, mientras que en la operación es el impacto por ruido, sin embargo, para este último la mitigación de dicho efecto es respaldado con la nueva tecnología que ofrecen los motores de turbinas como la aeronave B-757 a incorporar a la nueva flota de aeronaves. Lo que corresponde al consumo de espacio por las ampliaciones y construcciones a realizar en la zona aeronáutica, se estima que el verdadero efecto es dentro del aeropuerto, y no en los límites de este, ya que las actuales construcciones no fueron bien ubicadas y limitan el crecimiento de las estructuras a futuro.

Por lo que le corresponde a la zona terrestre se analizaron los efectos en el consumo de espacio, erosión de suelos y contaminación por ruido para la etapa de construcción, mientras que para la operación fue la contaminación de basura y reciclaje de materiales sólidos y uso del agua. Concluyéndose que el más crítico en la etapa de construcción es el impacto por ruido, y es donde existe la incertidumbre de lograr reducir los efectos del ruido por la construcción, sin embargo, se propuso la programación de horarios no tan congestionados en el día y nocturnos para salvaguardar la seguridad de los usuarios. Mientras que en la operación el impacto más desfavorable es el uso del agua, a pesar de contar el aeropuerto con una planta de tratamiento de aguas residuales, es necesario ampliar la capacidad de ésta y recurrir a al uso eficiente del agua tratada como puede ser en riego de jardines, lavado de autos y eventualmente de aeronaves y derrames de combustible.

Es necesario concluir que en los análisis de capacidad-demanda, las propuestas de ampliación y construcción, y las estimaciones técnicas de mecánica de suelos, aspectos constructivos y de impacto ambiental; fueron fundamentales para la realización de una evaluación financiera y económica, a través de una estimación de beneficios y corrida financiera. Esta última requirió de

CONCLUSIONES

un programa de inversiones necesarias para la estructuras a ampliar o construir en sus distintas etapas de desarrollo, y el cual se apoyó en estimaciones de presupuestos y programas de obra. Cabe destacar que la evaluación financiera se dividió en dos elementos: uno el centro distribuidor de carga con estructuras comunes en la zona aeronáutica y una zona terrestre independiente; y por otra parte, la ampliación del edificio; con el fin de obtener beneficios y resultados independientes para concluir en una rentabilidad individual de cada elemento.

Las estimaciones para los presupuestos y programas de obra se realizaron en el caso de las estructuras de la zona aeronáutica con ayuda de los volúmenes de obra calculados, a través de las superficies requerida en cada etapa de ampliación, con los espesores de las estructuras de los pavimentos estimadas con las metodologías desarrolladas en este trabajo, y con precios unitarios de la base de datos BIMSA. Por otra parte las estructuras de los edificios fueron estimadas con precios por metro cuadrado de construcción de acuerdo al tipo de edificación que publica la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Así, el programa de inversiones requeridas para la ampliación del edificio de pasajeros fue de \$25,105,742.34, mientras que para el centro distribuidor de carga fue de \$23,749,329.99.

Respecto a la corrida financiera se estimaron tanto para la ampliación del edificio de pasajeros como para el centro distribuidor de carga ingresos aeronáuticos y no aeronáuticos, desarrollando en este último una nueva distribución de la explotación comercial, costos de operación y gastos de operación. Esta estimaciones estuvieron algunas de ellas basadas en estadísticas de erogaciones que el aeropuerto registró en el período de 1995 a 1998 y otras fueron propuestas y desarrolladas en este trabajo. Tal fue el caso de proporcionar los cargos por inversiones, costos y gastos de operación en las estructuras comunes de la zona aeronáutica (ampliación y refuerzo de pista) para la ampliación del edificio de pasajeros y para el centro distribuidor de carga, además de proporcionar los ingresos de las estructuras comunes a los elementos.

Los indicadores finales que se obtuvieron de las corridas financieras fueron los flujos de efectivo y los valores presentes netos VPN, utilizando tres tasas de actualización 10%, 12% y 14% con el fin de observar el comportamiento de estos indicadores; así como también la tasa interna de retorno TIR de cada proyecto o elemento a evaluar.

De los resultados finales obtenidos por los indicadores económicos, se concluyó que la ampliación del edificio de pasajeros es un proyecto rentable y sustentable al haber presentado un VPN de \$9,466,126.0 con una tasa de actualización del 12%; al igual que el centro distribuidor de carga al obtenerse un VPN de \$11,898,593.5. Los dos proyectos tienen un período de recuperación de su capital de 3 a 4 años aproximadamente.

Por último es necesario concluir que este trabajo representó una propuesta de plan maestro de desarrollo, realizada a través de información estadística y datos técnicos y geométricos del aeropuerto no bien definidos, así como por estimaciones de estimaciones para pronósticos, costos, gastos e ingresos. Por lo que se recomienda que este trabajo sea desarrollado más detalladamente en cada uno de sus sub temas que lo compone, de tal manera que se lleve a cabo los propósitos fundamentales por los cuales se desarrolló este trabajo: **Conservar, modernizar y ampliar la infraestructura del aeropuerto de Reynosa, con el propósito de apoyar un crecimiento económico sustentable; elevar los niveles de servicio, eficiencia y calidad de las estructuras y sistemas básicos para la operación y administración del aeropuerto; y fomentar el desarrollo de la industria aérea y aeroportuaria a nivel regional y lograr que un número mayor de mexicanos cuente con más alternativas de transporte.**

BIBLIOGRAFÍA

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares. “ Sistema Estadístico Aeroportuario “. Edición 1996.
- Ashford Normand, Wright Paul H. ” Airport Engineering” Edit. John Wiley, United States 1979.
- “Apuntes de la clase de Aeropuertos” impartida por el Ing. Federico Dovalí en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. México 2001.
- Bolio Arellano, María de Lourdes, “ Modelo económico-financiero para concesionar la construcción y operación de un aeropuerto”. FI UNAM. México 1999.
- De Neufville Richard. “ Airport systems planning “ Ed. Macmillan. United States 1976.
- Horonjeff, Robert. “Planificación y diseño de aeropuertos”. Ed. McGraw-Hill, España 1976.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI) “ Cuaderno Estadístico Municipal, Reynosa Estado de Tamaulipas “, Edición 1998.
- López Pedraza Munera, Francisco. “ Aeropuertos “. Madrid 1957.
- Narcia Morales Carlos, “ Drenaje y pavimentos en aeropuertos”. FI UNAM. México 2000.
- Ruiz Luis Gabriel, “ Planeación y construcción de aeropuertos”. FI UNAM. México 2001.
- Servín Córdova Fabián, “Análisis de la infraestructura del sistema de pistas e impacto ambiental para el grupo aeroportuario centro norte”. FI UNAM. México 2001.
- Wiley John R. “ Foundation for transportation”, inc. west port. 1986.

<http://www.asa.gob.mx>

<http://www.sct.gob.mx>

<http://www.inegi.gob.mx>

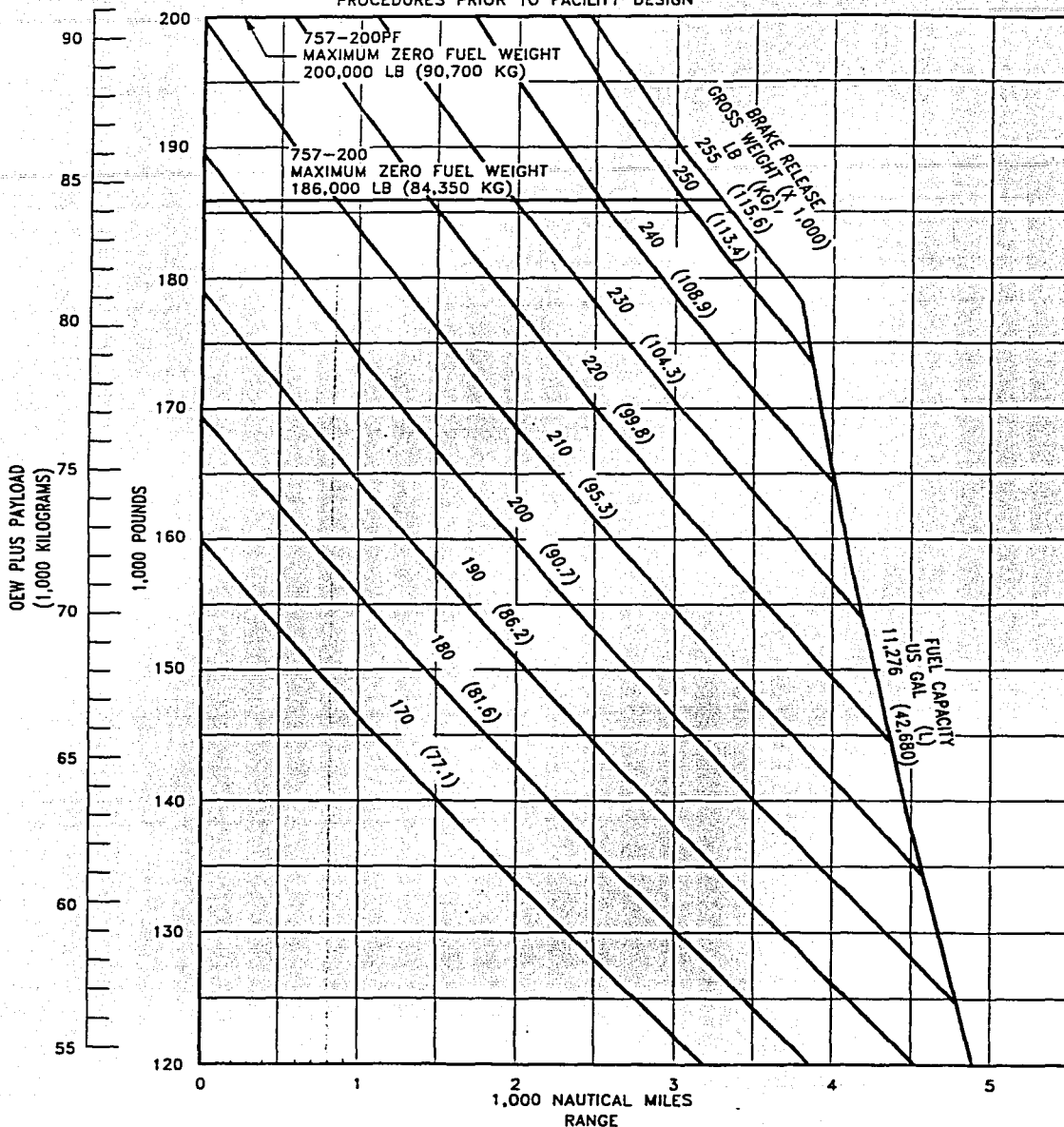
<http://www.boeing.com>

<http://www.cmic.com.mx>

ANEXO

NOTES:

- 0.80 MACH AT 35,000 AND 39,000 FT (10,668 AND 11,887 M)
- ATA DOMESTIC RESERVES
- STANDARD DAY
- NMINAL PERFORMANCE
- CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURES PRIOR TO FACILITY DESIGN

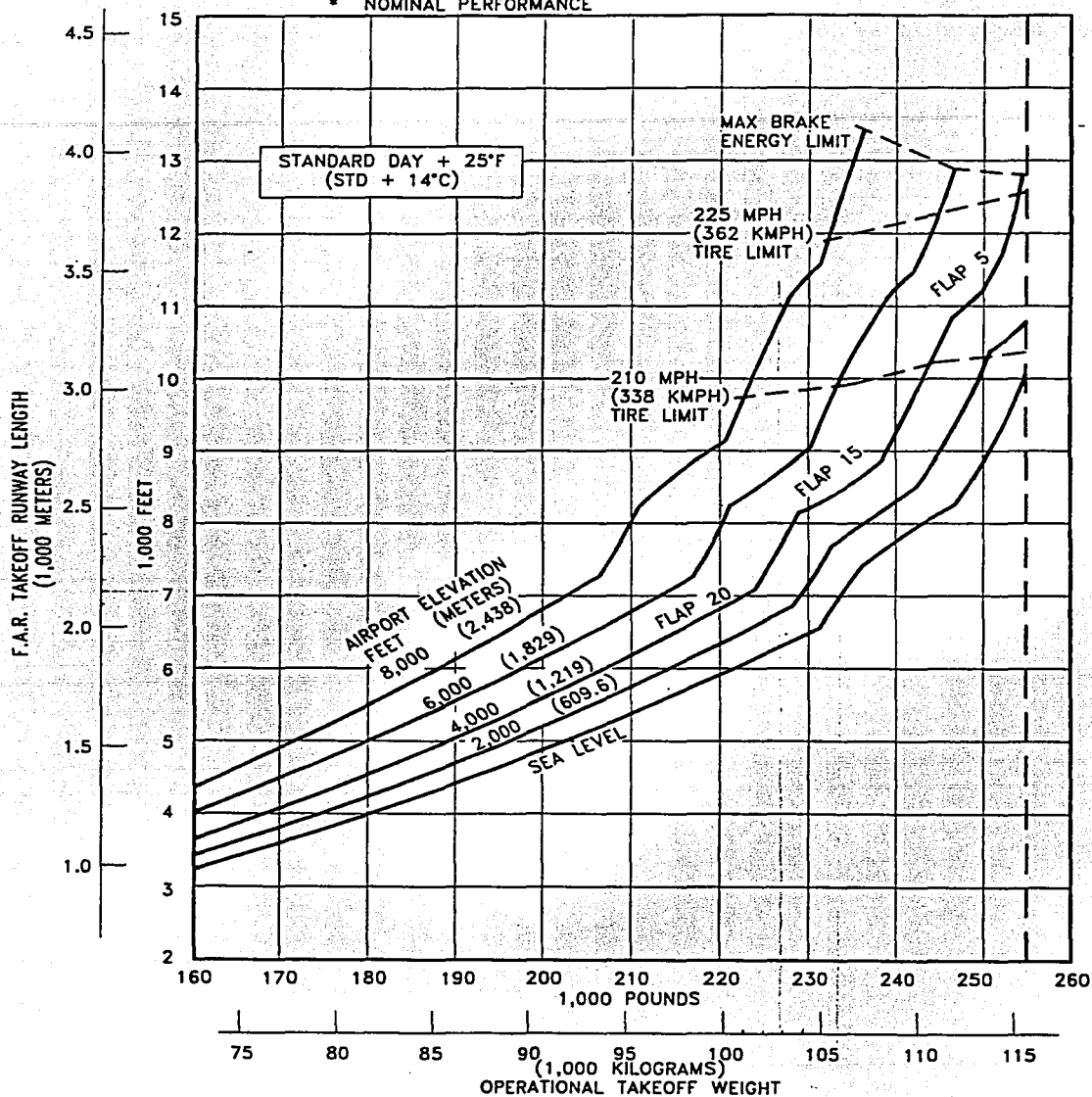


3.2.3. PAYLOAD/RANGE FOR LONG-RANGE CRUISE

MODEL 757-200, -200PF (PW2037, PW2040 ENGINES)

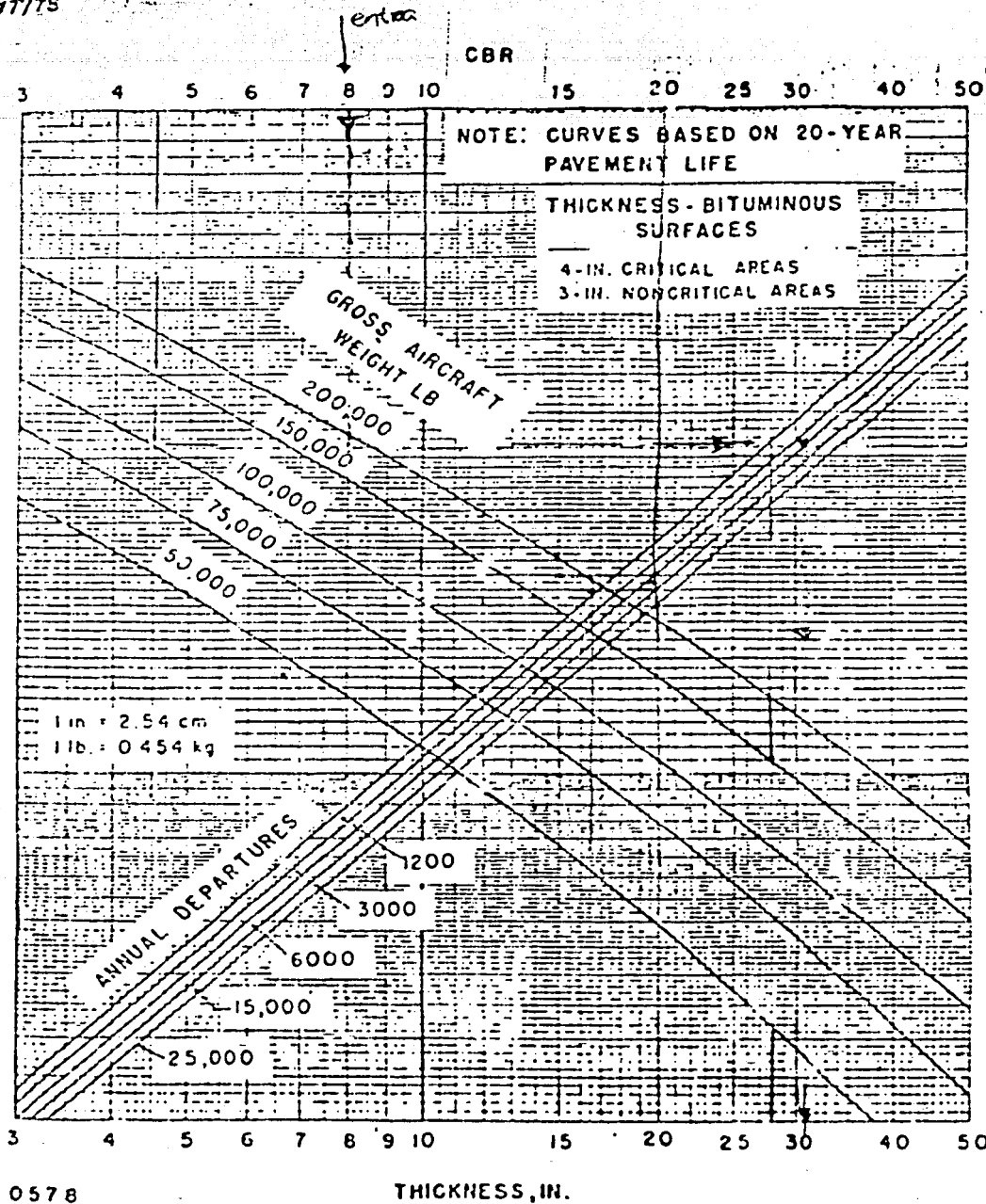
NOTES:

- * PW2037 ENGINES
- * NO ENGINE AIRBLEED FOR AIR CONDITIONING
- * ZERO WIND, ZERO RUNWAY GRADIENT
- * CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURE PRIOR TO FACILITY DESIGN
- * LINEAR INTERPOLATION BETWEEN ALTITUDES INVALID
- * LINEAR INTERPOLATION BETWEEN TEMPERATURES INVALID
- * NOMINAL PERFORMANCE



**3.3.8 F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS -
STANDARD DAY +25°F (STD + 14°C)
MODEL 757-200 (PW2037 ENGINES)**

12/7/75



0578

FIGURE 3-4. FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN CURVES FOR CRITICAL AREAS, DUAL WHEEL GEAR

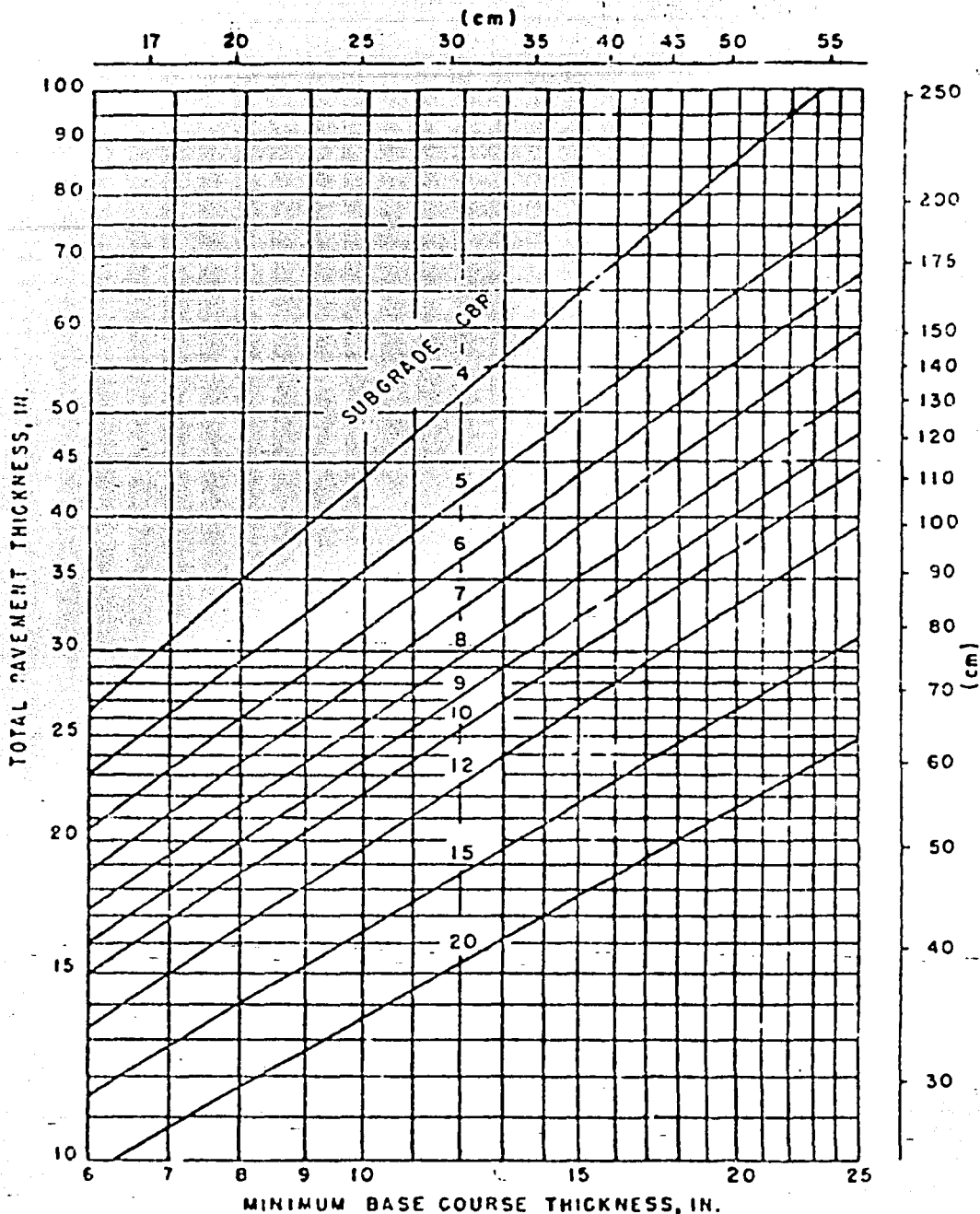


FIGURE 3-12. MINIMUM BASE COURSE THICKNESS REQUIREMENTS

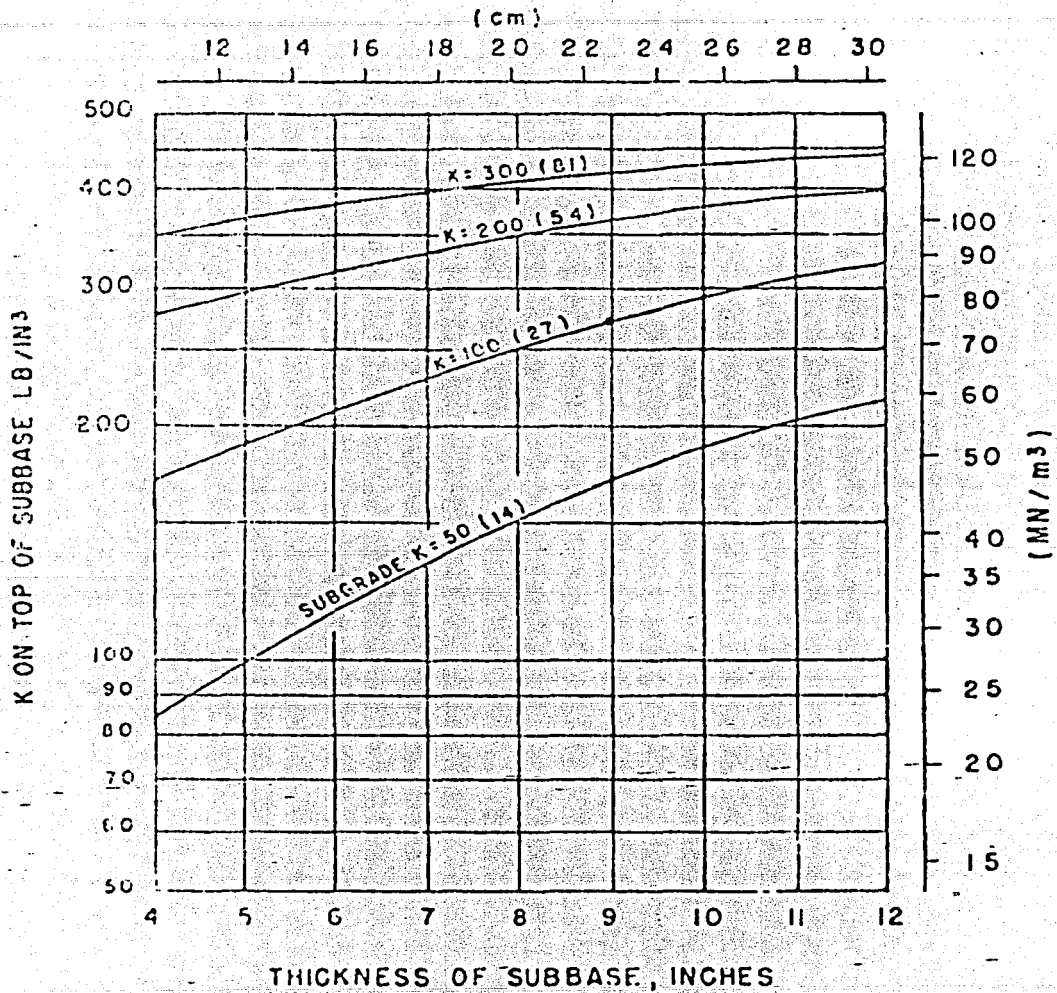
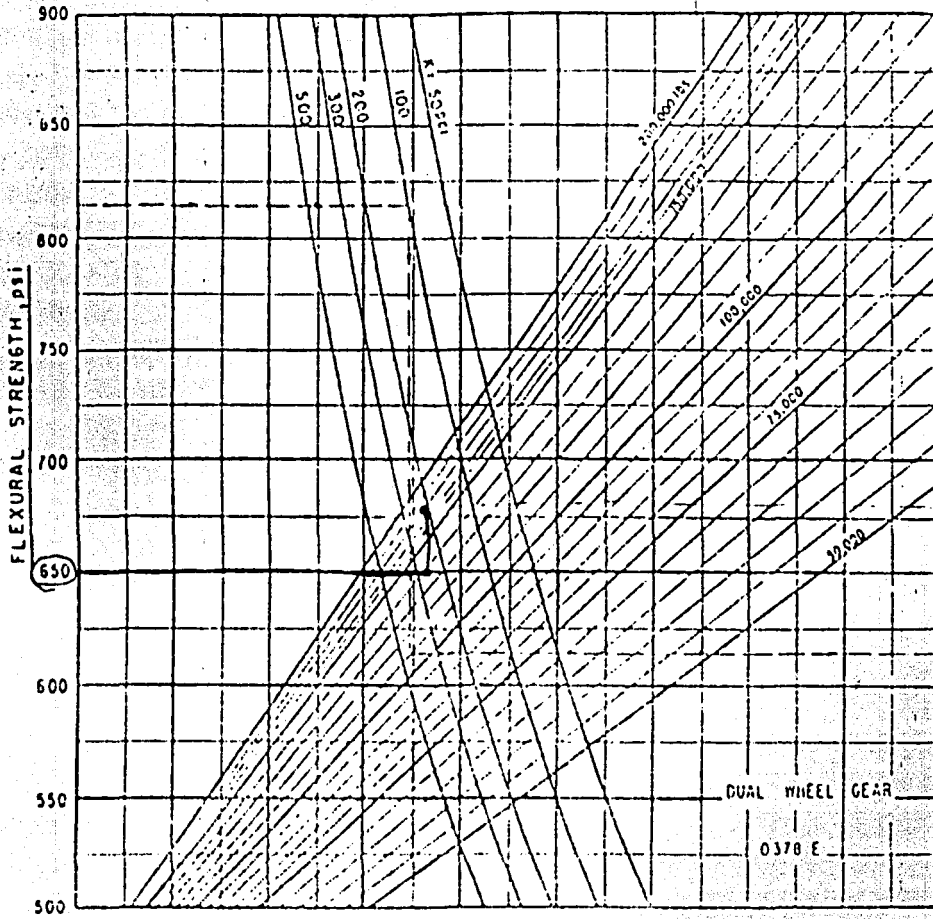


FIGURE 3-13. EFFECT OF STABILIZED SUBBASE ON SUBGRADE MODULUS

resistencia a la tension
6/10/1912



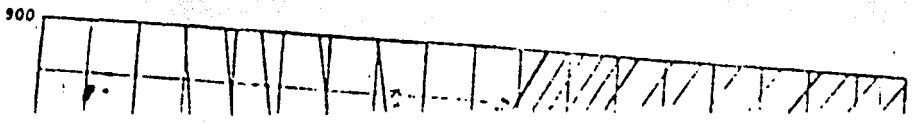
ANNUAL DEPARTURES					
1200	1300	1400	1500	1600	1700
22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26
20	21	22	23	24	25
19	20	21	22	23	24
18	19	20	21	22	23
17	18	19	20	21	22
16	17	18	19	20	21
15	16	17	18	19	20
14	15	16	17	18	19
13	14	15	16	17	18
12	13	14	15	16	17
11	12	13	14	15	16
10	11	12	13	14	15
9	10	11	12	13	14
8	9	10	11	12	13
7	8	9	10	11	12
6	7	8	9	10	11
5	6	7	8	9	10
4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6

DUAL WHEEL GEAR
0378 E

NOTE
1 inch = 2.54 cm 1 psi = 0.00689 MN/m²
1 lb = 0.454 kg 1 pci = 0.272 MN/m²

FIGURE 3-15. RIGID PAVEMENT DESIGN CURVES - DUAL WHEEL GEAR

Chap 3
Part 42



ANNUAL DEPARTURES					
1200	1300	1400	1500	1600	1700
22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26
20	21	22	23	24	25
19	20	21	22	23	24
18	19	20	21	22	23
17	18	19	20	21	22
16	17	18	19	20	21
15	16	17	18	19	20
14	15	16	17	18	19
13	14	15	16	17	18
12	13	14	15	16	17
11	12	13	14	15	16
10	11	12	13	14	15
9	10	11	12	13	14
8	9	10	11	12	13
7	8	9	10	11	12
6	7	8	9	10	11
5	6	7	8	9	10
4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6