



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

IMPORTANCIA DE LA GERENCIA DE PROYECTO EN PROYECTOS
COMPLEJOS DE INFRAESTRUCTURA: CASO DEL NAICM

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
FERNANDO JIMÉNEZ DESCHAMPS

TUTOR PRINCIPAL
M.I. MARCO TULIO MENDOZA ROSAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

CIUDAD DE MÉXICO MAYO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto

Secretario: Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez

Vocal: M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas

1^{er.} Suplente: M. en I. Carlos Narcia Morales

2^{d o.} Suplente: M. en A. Laura Minerva Roldán Morales

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO

TUTOR DE TESIS:

NOMBRE

FIRMA



Dedicatoria:

A Natalia, mis padres y mi hermano, por hacerme la persona que soy hoy en día.

A la memoria del Ingeniero Antonio Jesús Coyoc Campos.



Agradecimientos:

A todos mis maestros dentro y fuera del aula.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de superarme como profesionista y como persona.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo para dedicarme de tiempo completo a la realización de mis estudios de posgrado.



Índice

Contenido

Índice	5
Capítulo 1: Planeación de un aeropuerto	7
1.1 El transporte aéreo.....	7
1.1.1 Características del transporte aéreo	7
1.2 Definición de Aeropuertos	9
1.3 Conjunto de sistemas y capacidad del conjunto.....	10
1.3.1 Sistemas entrelazados.....	10
1.4 El entorno actual	11
1.5 Crecimiento a largo plazo.....	12
1.6 Demanda de un aeropuerto.....	14
1.6.1 Esquema puerta a puerta.....	14
1.7 Sustentabilidad.....	15
1.8 Clasificación de los ingresos de un aeropuerto:.....	16
1.8.1 Aeronáuticos	16
1.8.2 No aeronáuticos	16
1.9.- Proyecto de un aeropuerto.....	16
1.9.1.- Plan maestro	16
1.9.2.-Planeación.....	18
1.9.3.-Proyecto	19
1.9.4.- Situación del aeropuerto con respecto al centro urbano.....	19
1.9.5.- Condiciones meteorológicas	20
1.9.6.- Pistas, calles de rodaje y plataformas.....	20
1.9.7 Ayudas al piloto.....	21
1.9.8.- El edificio de pasajeros.....	22
1.9.9 El camino de acceso	23
1.9.10.- El almacenamiento y la distribución de combustibles.....	24
Capítulo 2: situación actual del aeropuerto de la ZMVM	25
2.1. -Panorama de la situación aeroportuaria en México.....	25



2.1.1.- Situación actual del AICM	27
2.1.2.- Falta de capacidad y restricción de espacios	28
2.2.- Un nuevo aeropuerto para la ZMVM	30
Capítulo 3: Gerencia de proyectos	32
3.1 Historia de la gerencia de proyectos.....	32
3.2 ¿Qué es la gerencia de proyectos?	34
3.3 El Rol del Director del Proyecto.....	38
3.4. Responsabilidades y Competencias del Director del Proyecto	39
3.5 Ciclo de Vida del Proyecto.....	40
3.5.1 Características del Ciclo de Vida del Proyecto	41
3.6 Las áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos	42
3.7 Oficina de Gestión de Proyectos	44
3.8 Interesados en el proyecto.....	45
Sistema de gestión de proyectos	46
3.9 Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.....	47
3.10 Gerencia de proyecto del NAICM.....	48
3.10.1 Funciones de la gerencia de programa (coordinación).....	49
3.10.2 Procesos de control.....	51
Capítulo 4: Descripción del NAICM	52
4.1.1- Características del proyecto NAICM	52
4.1.2- Estrategias para la ejecución	54
4.1.3- Financiamiento.....	55
4.2 Gobernanza del proyecto NAICM.....	57
4.2.1. Gobierno corporativo del GACM.....	59
4.2.2. Estructura orgánica del GACM	60
Capítulo 5. Importancia de la flexibilidad en el diseño de aeropuertos	64
Operaciones aeronáuticas.....	65
Operaciones del lado tierra.....	67
Capítulo 6. Conclusiones finales.....	69
Anexo I: Propuestas de acción de la OCDE	72



Capítulo 1: Planeación de un aeropuerto

En este capítulo se da una introducción al tema del transporte aéreo y a los aeropuertos. Se describen cada uno de los subsistemas que integran al sistema aeroportuario. Esto con el objetivo de entender la complejidad y la importancia de la planeación de los aeropuertos.

1.1 El transporte aéreo

1.1.1 Características del transporte aéreo

El transporte aéreo es el medio más seguro y rápido para transportar mercancías y pasajeros. Nació con una capacidad limitada que solo lo hacía rentable para mercancías de alta densidad económica, pero en la actualidad también es capaz de transportar grandes cantidades. Se trata de un medio de transporte eminentemente internacional, solo los países más extensos gozan de una red nacional. No necesita de la creación de una red intermedia, aunque si de la regulación del tránsito aéreo por lo que alcanza tanto las costas como el interior de los continentes. Las características de aterrizaje y despegue de los aviones, especialmente de los más grandes, hace necesaria la creación de grandes infraestructuras: los aeropuertos.

La aviación se ha desarrollado por completo íntegramente en el siglo XX y las características del transporte aéreo público han cambiado mucho con el tiempo, sobre todo tras la segunda guerra mundial. Se desarrollaron las grandes compañías aéreas con cientos de aviones y que transportaban millones de personas y toneladas de mercancía. A finales del siglo XX, el modelo de grandes compañías entró en crisis debido al aumento de la demanda de viajeros, a la que no fue ajena la necesidad de seguir utilizando los aviones antiguos pero en uso. Aparecen así, las compañías de bajo coste, que ofrecen viajes masivos por precios bajos, que hoy en día son las que dominan el mercado.



Figura 1 La aviación comercial tuvo su auge a partir de la segunda guerra mundial

Las principales características de este modo de transporte son las siguientes:

1. Distancia. Para largas distancias es el modo más eficaz y en muchas ocasiones el único posible.
2. Velocidad. Es el más rápido (sin incluir esperas y retrasos aeroportuarios). Despega a unos 300km/hr y la velocidad de crucero es de alrededor de 900 km/hr (0.78 MACH).
3. Competencia. No tiene competencia al cumplir horarios. Las tarifas actualmente están muy ajustadas por la competencia de las líneas de bajo costo. En muchos casos no hay casi competencia de otros modos de transporte, como en el caso de viajes transoceánicos. Sin embargo tiene una competencia fuerte en distancias medias con el transporte en carretera o el tren, en los países en que se usa.
4. Costos. Las tarifas son elevadas por múltiples motivos:
 - a. Sueldos: en general, los sueldos son más altos que en otras industrias de transporte debido al riesgo y responsabilidad que asumen en su trabajo.
 - b. Alto costo de compra de una aeronave. También existe la posibilidad de adquirirlas bajo el esquema de renta, el cual ha sido muy común en las últimas décadas. Aunque representa beneficios financieros para las aerolíneas, este esquema también es de elevado costo.
 - c. Alto precio del combustible. Una turbina de avión consume entre 200 y 350 litros por milla recorrida, según el modelo

- d. Elevadas tarifas aeroportuarias (tarifa de aproximación, tarifa por estancia, tarifa por volumen de pasajeros transportados, tarifa por mostrador, entre otras).
- e. Elevados costos de oportunidad por la saturación de tránsito en los aeropuertos.

1.2 Definición de Aeropuertos

Se entiende como aeropuerto (aeródromo) el área definida de tierra o agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Esta área está dotada de forma permanente de instalaciones y servicios de carácter público para:

- Asistir de modo regular al transporte aéreo
- Permitir el estacionamiento de aeronaves
- Posibilitar la recepción y el despacho de pasajeros y carga.

Desde un punto de vista operativo, es tradicional dividir el aeropuerto en dos grandes zonas de actividad: el lado tierra y el lado aire.



Figura 2 Aeropuerto Internacional Charles de Gaulle, Paris, Francia.

1.3 Conjunto de sistemas y capacidad del conjunto

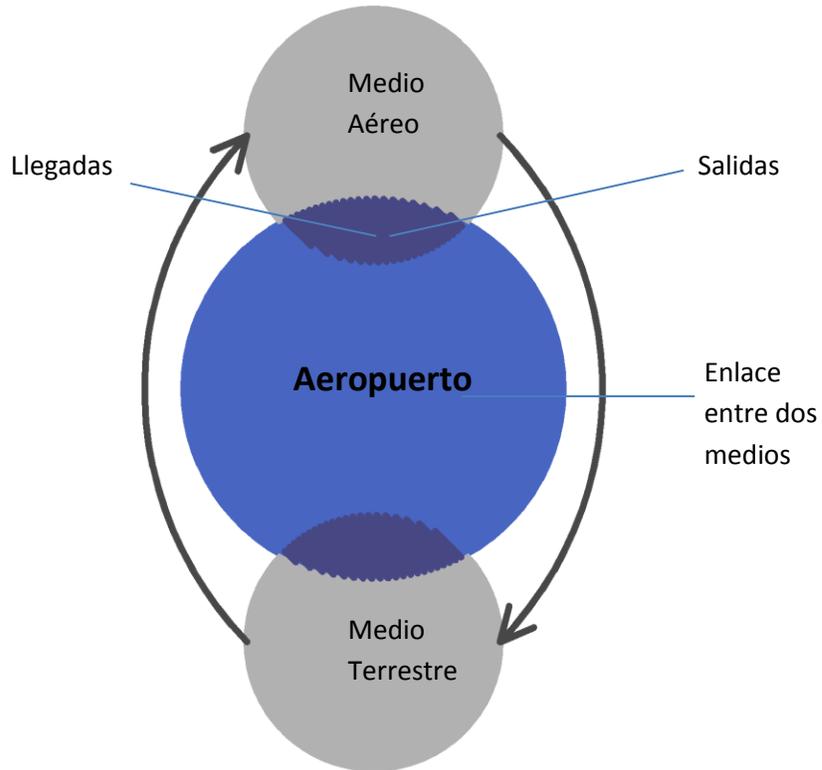


Figura 3 Los aeropuertos como un conjunto de sistemas

1.3.1 Sistemas entrelazados

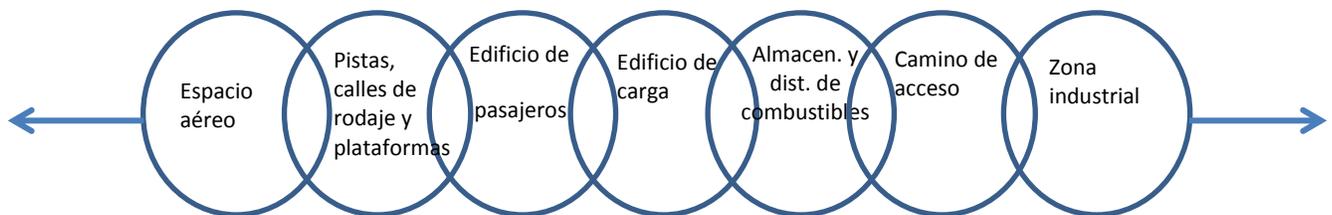


Figura 4 La capacidad del aeropuerto depende de cada uno de sus subsistemas

Una de las características del conjunto es que su capacidad está determinada por el sistema que ofrezca la menor, por lo que se debe estudiar individualmente cada uno de ellos en un proceso de análisis, y en una síntesis integrarlos para conformar el conjunto y determinar su capacidad, la cual deberá compararse con la demanda esperada.

Al equilibrar la capacidad de cada sistema se estarán nivelando también las inversiones.

La falla de cualquiera de los subsistemas lleva al aeropuerto a la reducción de sus capacidades y en casos extremos al colapso, o sea, a la suspensión de los servicios.

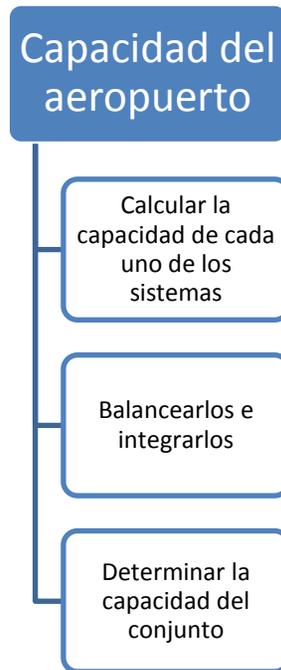


Figura 5 Capacidad del conjunto

1.4 El entorno actual

Los sistemas aeroportuarios existen en el contexto de sus mayores clientes, las aerolíneas. Para construir instalaciones aeroportuarias que se desempeñen efectivamente en los 30 a 50 años de su tiempo de vida, es necesario apreciar este contexto. Entender el estado de la industria aeroportuaria y de aerolíneas a principios del siglo veintiuno brinda una perspectiva de su futuro.

Tres tendencias dominan la industria a principios de este siglo:

1. Crecimiento a largo plazo. Esto conlleva al desarrollo de nuevos aeropuertos, sistemas de múltiples aeropuertos en áreas metropolitanas y aeropuertos especializados que den servicio a tránsito recreativo o privado y de carga.
2. Cambio organizacional, mientras las desregulaciones económicas y políticas continúan esparciéndose a nivel mundial. La desregulación económica crea oportunidades para las aerolíneas de bajo costo y de carga integrales para crecer, invita a los gobiernos a privatizar sus aerolíneas y aeropuertos y lleva a las aerolíneas tradicionales a consolidarse. La desregulación política como los acuerdos de cielos abiertos, habilita nuevos mercados, cambios en los patrones de tránsito e incrementa la competencia.



3. Estos cambios continuos en los clientes de los aeropuertos y sus necesidades tienen como consecuencia un futuro incierto e inestable. Los aeropuertos deberán en consecuencia planearse flexiblemente para que pueden adaptarse fácilmente a los requerimientos.
4. Cambios técnicos, más obviamente en las aeronaves y el control del tránsito aéreo, pero también contextualmente, particularmente respecto a la tecnología de la información que continua redefiniendo las maneras en que se hacen negocios. Estos desarrollos incrementan la eficiencia y la capacidad de las instalaciones aeroportuarias y sus procesos. Los aeropuertos necesitan adaptarse a estas nuevas oportunidades mientras estas se vayan presentando.

Todas estas tendencias en conjunto están cambiando substancialmente el contexto, objetivos y criterios de excelencia y eficiencia para la planeación y diseño de sistemas aeroportuarios.

El contexto, objetivos y criterio de excelencia para la planeación, gestión y diseño de aeropuertos están cambiando fundamentalmente. Los rápidos cambios en la industria requieren pensamiento estratégico y la flexibilidad de adaptarse a nuevas circunstancias. El incremento en la comercialización y la privatización de los aeropuertos llama a una apreciación de los aspectos económicos y financieros de la operación aeroportuaria. La excelencia técnica no es suficiente para entregar buen valor al dinero para los aeropuertos. Los profesionales de los aeropuertos necesitan crear planes dinámicos, estratégicos que incorporen diseños flexibles y habiliten a los operadores aeroportuarios para gestionar sus riesgos.

1.5 Crecimiento a largo plazo

Las proyecciones del tránsito futuro son cuestionables. Pequeñas diferencias en las suposiciones se acumulan en enormes diferencias en consecuencias a 25 años de distancia. Por ejemplo, pequeñas desviaciones de $\pm 1\%$ de un crecimiento anual a largo plazo llevan a proyecciones substancialmente diferentes. Un crecimiento del 5% anual acumulado por 25 años da como resultado un 140% más grande, en términos de la cantidad inicial, que un crecimiento del 3% anual. Las dependencias encargadas de la planeación deben colocar cualquier estimado de crecimiento a largo plazo en un amplio rango de posibilidades.

Lo más probable es que el tránsito aéreo continúe creciendo substancialmente. La mayoría de la población rara vez vuela y el mercado está lejos de estar saturado. Incremento en la población y la riqueza nacional, así como la tendencia de las generaciones más jóvenes a volar, conducirá a mayor tránsito.

La creciente globalización también impulsa los viajes de larga distancia por motivos de negocios y personales que realmente solo son factibles por aire. Incluso una modesta tasa de crecimiento del 3% anual duplica el tránsito en 25 años.



Figura 6 Tendencia al crecimiento en la aeronáutica civil

Sin embargo, no se puede contar con un crecimiento constante. Las tendencias pueden desacelerar o detenerse. Durante las últimas décadas, una serie de causas mayores redujeron constantemente los costos operacionales que como consecuencia bajaron las tarifas aéreas y condujeron al incremento histórico en el tránsito aéreo. Estas fueron las siguientes:

- Aeronaves más grandes y eficientes
- Desregulación de las aerolíneas, acompañada de la competencia
- La privatización mundial de la aviación e incrementada atención a los costos
- La consecuente restricción de las tarifas debido a la competencia
- La introducción de sistemas de gestión de precios e ingresos diferenciales que incrementaron los factores de carga.
- Precios históricamente bajos (cuando se ajustan por inflación)

En general, es razonable asumir que para el 2040 el nivel de tránsito de pasajeros puede elevarse a dos o tres veces el tamaño actual a nivel mundial. Los planeadores de aeropuertos deben entonces prepararse para la posibilidad de una expansión substancial.

Sin embargo, como el crecimiento es especulativo, no deben comprometerse a la construcción de instalaciones hasta que este crecimiento pueda ser confirmado.

1.6 Demanda de un aeropuerto

La demanda de un aeropuerto está definida como la cantidad de pasajeros que recibe y que aporta la zona a la cual da servicio.

La zona a la cual da servicio debe ser evaluada a través del esquema puerta a puerta. Son varios los factores que influyen en la selección de la zona para la construcción de un aeropuerto. Uno de ellos es la distancia a la zona de servicio. Esta distancia no debe ser entendida (como comúnmente se hace), como una línea recta del aeropuerto al centro de la ciudad. Se debe entender como el sistema integral de medios de transporte que un usuario deba usar para llegar de su punto de salida hasta el aeropuerto.

De esto deriva que entonces dentro de la planeación, se deban considerar las obras necesarias para el eficiente traslado de los pasajeros desde su punto de origen hasta el aeropuerto.

1.6.1 Esquema puerta a puerta

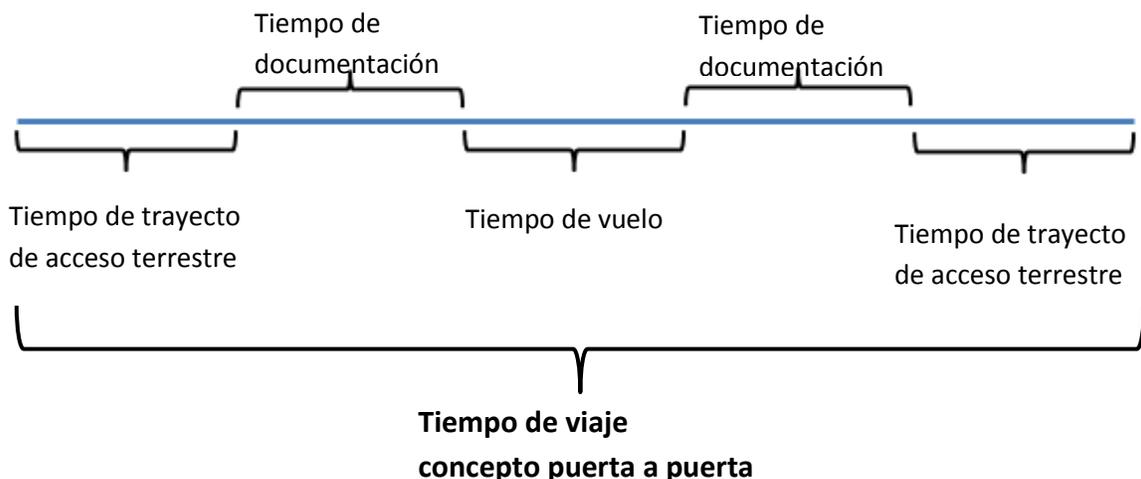


Figura 7 Concepto de viaje puerta a puerta

La aplicación de la demanda para el diseño de los aeropuertos reside en definir el tipo y cantidad de aviones que forman la flota a la cual atiende un aeropuerto. Esto se ve influenciado además por las rutas aéreas de la zona, las tanto actuales como futuras, así como la posibilidad del aeropuerto de funcionar como un aeropuerto de conexión.

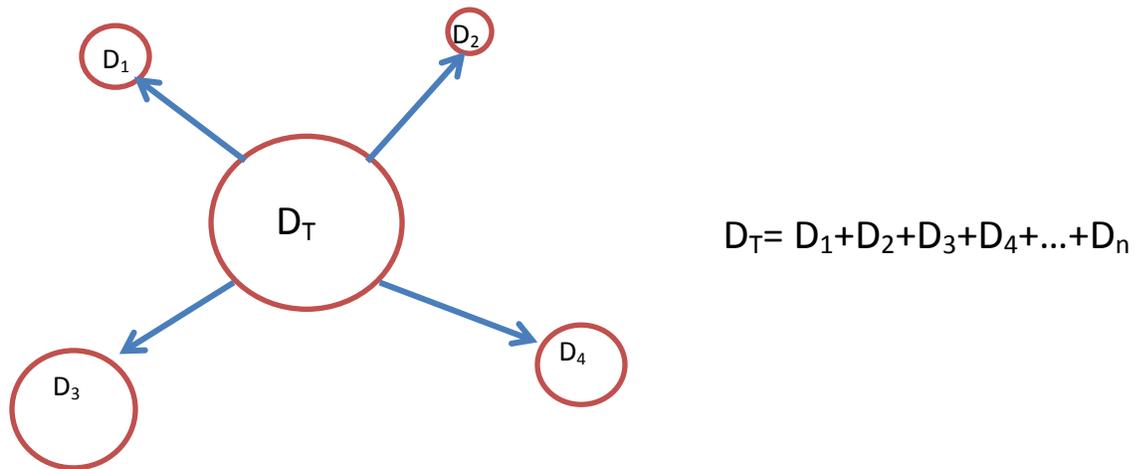


Figura 8 Influencia de la demanda en el diseño de aeropuertos

1.7 Sustentabilidad

La sustentabilidad tiene numerosas interpretaciones dependiendo del tema tratado y sus objetivos. En el transporte aéreo, el concepto no es nuevo, ya que en el preámbulo del Convenio sobre Aviación Civil Internacional de 1944 se establecía que ésta debía desarrollarse de manera ordenada y segura, de forma que el transporte se estableciera en condiciones de equidad y oportunidades. Con posterioridad, en 2004, el Consejo Europeo de Ministros de Transporte adoptó el transporte sustentable, el cual se define como aquel que permite el acceso y progreso de individuos, la sociedad y las empresas de forma consistente con la salud humana y los ecosistemas, y promueve la equidad en las actuales y futuras generaciones.

Para el buen funcionamiento de un aeropuerto, este debe ser autosustentable en el sentido económico, es decir, que se podrá mantener a sí mismo:

$$\text{Egresos} \leq \text{Ingresos}$$

Si esto no se cumple, la manera en que va a funcionar el aeropuerto es a base de subsidios, lo cual se presta a ineficiencia y corrupción en su operación.



1.8 Clasificación de los ingresos de un aeropuerto:

1.8.1 Aeronáuticos

Derivados directamente de la operación de los aviones:

- Cobro por aterrizaje: \$/ton
- Tiempo estacionado: \$/min
- Tractores, remolcadores, embarque, desembarque

1.8.2 No aeronáuticos

Deben ser superiores a los aeronáuticos:

Dentro del edificio de pasajeros:	Fuera del edificio de pasajeros (dentro de los terrenos del aeropuerto):
<ul style="list-style-type: none">• Restaurantes• Cafés• Tiendas• Demás amenidades	<ul style="list-style-type: none">• Hoteles• Restaurantes• Desarrollos de bienes raíces

1.9.- Proyecto de un aeropuerto

1.9.1.- Plan maestro

El concepto idealizado del planeador de la forma y estructura del desarrollo final del aeropuerto se encuentra contenido en el plan maestro del aeropuerto. Este plan es más que la forma física del desarrollo final, es una descripción de la ejecución del desarrollo de las implicaciones financieras y de las estrategias involucradas.

El objetivo del plan maestro es proveer las líneas de guía para el desarrollo futuro del aeropuerto que puedan satisfacer la demanda de aviación en una manera económicamente factible, mientras al mismo tiempo, resolver los problemas de aviación, medio ambiente y socioeconómicos que existen en la comunidad.

Los objetivos específicos del plan maestro incluyen:

- Proveer una representación gráfica efectiva del desarrollo futuro del aeropuerto así como usos de la tierra en las vecindades del aeropuerto.
- Establecer un programa realista para la implementación del desarrollo propuesto en el plan.
- Proponer un plan financiero alcanzable para soportar la implementación agendada del programa
- Justificar el plan técnicamente a través de la investigación de los conceptos y opciones de naturaleza técnica, económica o ambiental.
- Presentar a la consideración pública, en una manera convincente, un plan que se dirija adecuadamente los problemas y satisfaga las regulaciones locales, estatales y federales.
- Documentar la demanda aeronáutica futura para referencia de municipios, para su consideración en futuras posibles obstrucciones a la navegación
- Establecer el plano de referencia para un continuo proceso de planeación. Este proceso deberá monitorear condiciones clave y ajustar las recomendaciones del plan si es requerido por cambios en las circunstancias.



Figura 9 Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México en su máxima expansión.



1.9.2.-Planeación

En la planeación de un aeropuerto, es esencial contar con suficiente acervo de estudios estadísticos, a los cuales deberán agregarse los análisis relativos a los factores económico-sociales, técnicos y políticos con el propósito de poder así programar las necesidades tanto actuales como futuras del mismo. El problema de la planeación de los aeropuertos es en extremo complejo, ya que las características de las instalaciones necesarias pueden variar en periodos tan breves como lo es un día. Así pues, además de hacer pronósticos globales, es indispensable hacer algunos tan particulares como lo son los diarios y los horarios.

En algunas horas del día las instalaciones pueden parecer excedidas, pero existen otras en las que sucede precisamente lo contrario. Debido a esto se tiene la necesidad de planear la capacidad del aeropuerto obedeciendo a las exigencias de los horarios críticos, que se pueden conocer mediante un estudio de aforo, tanto de aterrizajes como de despegues, en el cual se tomen datos las 24 horas del día, durante un lapso que se juzgue representativo y que cubra todos los aspectos, tales como aviones, pasajeros, equipaje, visitantes, servicios, vehículos y demás.

Se debe de tener en cuenta que el aeropuerto es una instalación permanente y evolutiva.

La determinación de las necesidades de una zona se lleva a cabo en función del número de pasajeros aéreos que albergar la misma y de la longitud media del recorrido por pasajero.

Pronosticar el desarrollo aéreo que pueda tener una zona es extremadamente complicado, por lo que generalmente se hace en forma aproximada, tomando en cuenta el desarrollo que han alcanzado zonas de economía parecida o que sirvan como punto de referencia.



1.9.3.-Proyecto

El primer paso a dar en la elaboración del proyecto de un aeropuerto es la búsqueda de los lugares apropiados para su construcción. Dichos probables lugares deben cumplir con requisitos de seguridad que exigen las operaciones aeronáuticas, es decir, que no existan en sus cercanías obstáculos, naturales o artificiales, que afecten a las operaciones aéreas. Para escoger el lugar más adecuado para el emplazamiento del aeropuerto es necesario estudiar:

- Su situación con relación al centro urbano
- Las condiciones meteorológicas del lugar
- La economía en la construcción

1.9.4.- Situación del aeropuerto con respecto al centro urbano

El estudio de la situación del aeropuerto con respecto al centro urbano involucra dos puntos principales:

a) Su distancia al mismo, y b) su orientación con respecto a él. Con relación a la distancia del aeropuerto del centro urbano, hay que tener en cuenta que ella se refiere no a la distancia en línea recta que los separa, sino desde el punto de vista del tiempo invertido en recorrer la separación geográfica, puesto que un buen sistema de vías de comunicación puede transformar un aeropuerto lejano, desde el punto de vista de su situación geográfica, en un aeropuerto más cercano que otro que se encuentre a menor distancia material del centro urbano, pero que tenga malas comunicaciones con el mismo.

También, con respecto a la distancia de los aeropuertos al centro urbano, hay que tomar en cuenta que los ruidos de los aviones a reacción pueden ser muy molestos si el aeropuerto se encuentra muy cerca de la población.

Con relación a la orientación del aeropuerto con respecto a las ciudades, es necesario tratar de evitar que el aeropuerto quede localizado de tal modo que los vientos dominantes soplen de las zonas industriales hacia el mismo, ya que ello causaría la formación de nieblas y humos sobre el aeropuerto haciendo complicada la utilización del mismo.

1.9.5.- Condiciones meteorológicas

Estas se pueden clasificar en tres partes:

- Condiciones climatológicas generales de toda la zona
- Condiciones generales de la ubicación del aeropuerto
- Condiciones especiales del lugar elegido para el aeropuerto

Haciendo un estudio de las condiciones meteorológicas anteriores, se puede escoger el lugar más adecuado para el aeropuerto. De estas condiciones meteorológicas las más importantes, para el estudio del aeropuerto son las que se refieren a los vientos y a la precipitación pluvial ya que servirán para la orientación de las aeropistas y para el estudio del drenaje del aeropuerto.

1.9.6.- Pistas, calles de rodaje y plataformas

Este sistema fija en buena medida las dimensiones principales del terreno necesario. El número de pistas paralelas y su separación permitirá calcular las capacidades de operaciones de despegue y aterrizaje así como la del espacio aéreo, tomando en cuenta el tiempo de ocupación del servicio y la separación mínima permitida por efecto de la turbulencia de las puntas de las del avión precedente respecto al subsecuente. A su vez, la orientación ofrecerá que las operaciones se realicen con la velocidad de la componente normal de viento dentro de los límites adoptados; al requerirse más de una orientación por vientos, se generan cruces entre ellas, por lo cual el incremento en la capacidad de operaciones llega a ser discreto.



Figura 10 Pista 1 del Aeropuerto Internacional Heriberto Jara, Veracruz



Por su parte, la longitud de las pistas debe calcularse con falla de un motor a cierta velocidad, tanto para continuar el despegue como para su eventual abandono, para los tipos de aviones que se espera operarán y sus distancias reales de vuelo, determinando los pesos reales de despegue sin exceder el máximo permitido por ascenso en el segundo segmento. En la actualidad, en las pistas son frecuentes las longitudes superiores a los 4km.

Las calles de rodaje son las vías entre las pistas y las plataformas y de distribución entre estas. Entre ellas se identifican las de entrada para los despegues, las de salida para los aterrizajes y las de distribución para las circulaciones en las plataformas. Asociadas a las pistas, determinan la capacidad total del sistema.

Las plataformas en donde se estacionan los aviones para embarque y desembarque de pasajeros, equipaje y carga, marcan la interrelación con el edificio.

Así, el número de posiciones simultáneas, el modo de estacionamiento y el tipo de plataforma deben estar estrechamente relacionados con los edificios respecto a su forma, el número de niveles y el tipo de conexión con el avión.

Los pavimentos aeronáuticos se han convertido en una especialidad por sus diferencias significativas respecto a otros por su concepción, diseño, acuplaneo, construcción, mantenimiento y efectos en las operaciones, al integrarlos con el drenaje pluvial y las ayudas luminosas.

1.9.7 Ayudas al piloto

En la planeación y construcción del aeropuerto se debe considerar la infraestructura para proporcionar al piloto las ayudas físicas y radioayudas necesarias para la operación, las cuales son de tres tipos: visuales, indicadoras de obstáculos e indicadoras de zonas de uso restringido.

Las ayudas visuales incluyen los indicadores de dirección del viento, los dispositivos de señalización de pistas, calles de rodaje y plataformas, las luces (faros, sistemas de iluminación de aproximación e indicadores de pendiente de aproximación e iluminación de pistas, calles de rodaje y plataformas), los letreros y las balizas.

Las radioayudas son: el radiofaro omnidireccional (NBD), el de muy alta frecuencia (VOR) y los sistemas de aterrizaje por instrumentos (ILS) para aproximaciones de precisión, que proporcionan la posición y distancia del avión respecto a la pista instrumentada en la aproximación y el aterrizaje.



Figura 11 Antena VOR del aeropuerto Madrid Barajas

1.9.8.- El edificio de pasajeros

Para los usuarios pasajeros y visitantes el edificio es el aeropuerto, ya que es el único sistema al cual tienen acceso. En consecuencia, el edificio debe satisfacer sus expectativas de comodidad y flujos lógicos, al ser el reflejo de todos los demás sistemas. A su vez, dentro de los edificios se presenta una de las fuentes importantes de ingresos no aeronáuticos y que pueden explotarse adecuadamente.

Por su parte el propio aeropuerto, las aerolíneas y los concesionarios de servicios requieren la instalación con ahorros de energía, agua, drenaje, aire acondicionado, gas y de sistemas electrónicos complejos de seguridad y de comunicaciones internas, nacionales e internacionales. Así, el proyecto se complica y encarece.



Figura 12 Edificio de Pasajeros del Aeropuerto de Madrid Barajas

1.9.9 El camino de acceso

El edificio de pasajeros se enlaza e la zona terrestre con la liga vial y los estacionamientos, accesos que determinan la conectividad con la comunicad. Esa conectividad debe trazarse en principio hacia los centros generadores y receptores de pasaje, sin eliminar a otros usuarios, como los empleados y la carga. La distancia hacia esos centros debe medirse en función del tiempo de trayecto y su costo. Para atender las necesidades de los usuarios y reducir costos y tiempos, dentro del análisis del acceso deben considerarse los diferentes vehículos.

Así, el aeropuerto se convierte en un centro multimodal en donde conviven camiones de carga, automóviles, autobuses, tren, metro, etc. Como consecuencia de esta convivencia, muchos aeropuertos incluyen en sus proyectos estaciones ferroviarias y de metro destacadas, además de los transportes adicionales.



1.9.10.- El almacenamiento y la distribución de combustibles

Es una instalación tipo petrolero especializado cuyo objetivo es que los aeropuertos ofrezcan la recarga de combustible de calidad a los aviones para la continuación de sus vuelos. De acuerdo con la flota de aviones esperada, se podrán requerir dos tipos básicos: las gasolinas para los motores de combustión interna y los kerosenos para las turbinas. En los aeropuertos comerciales el mayor consumo es el de los últimos, por lo que el proyecto se enfoca principalmente en ellos

El almacenamiento debe incluir el traslado desde refinerías como fuente de abastecimiento. El más económico es vía oleoductos, y en casos especiales con el uso de camiones cisterna o mediante vías férreas.

La capacidad de almacenamiento debe analizarse en función del consumo, la frecuencia y regularidad del abastecimiento.

Capítulo 2: situación actual del aeropuerto de la ZMVM

2.1. -Panorama de la situación aeroportuaria en México

En México existen 76 Comandancias de Aeropuertos y Regionales, de las cuales 58 son internacionales y 18 son nacionales.

Los aeropuertos manejan un mercado de 90 millones de pasajeros al año, los cuales se distribuyen en 61 aeropuertos que son administrados, tanto por ASA (18), como por diversos grupos, sociedades o gobiernos estatales (43).



Figura 13 Aeropuertos en México

Los principales grupos son: el de la Ciudad de México, que opera el Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México (AICM), concentrando 34% del mercado, seguido del Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP) con 24%, Aeropuertos del Sureste (ASUR) con 23%, Centro Norte (OMA) con 14% y ASA con 4%, considerando la sociedades con gobiernos estatales e iniciativa privada.



El uso transporte aéreo en México en los últimos años ha tendido a crecer, y se prevé que siga siendo así. Desde el 2008 la tasa de crecimiento media anual es del 4.2%.

	Pasajeros	TCA
2008	56,176	
2009	48,837	-13.06%
2010	50,397	3.19%
2011	52,405	3.98%
2012	56,772	8.33%
2013	61,491	8.31%
2014	66,573	8.26%
2015	74,776	12.32%
2016	81,286	8.71
Acumulado		31.35%
TCMA=	4.2%	

TCA= tasa de crecimiento anual
TCMA= tasa media de crecimiento anual

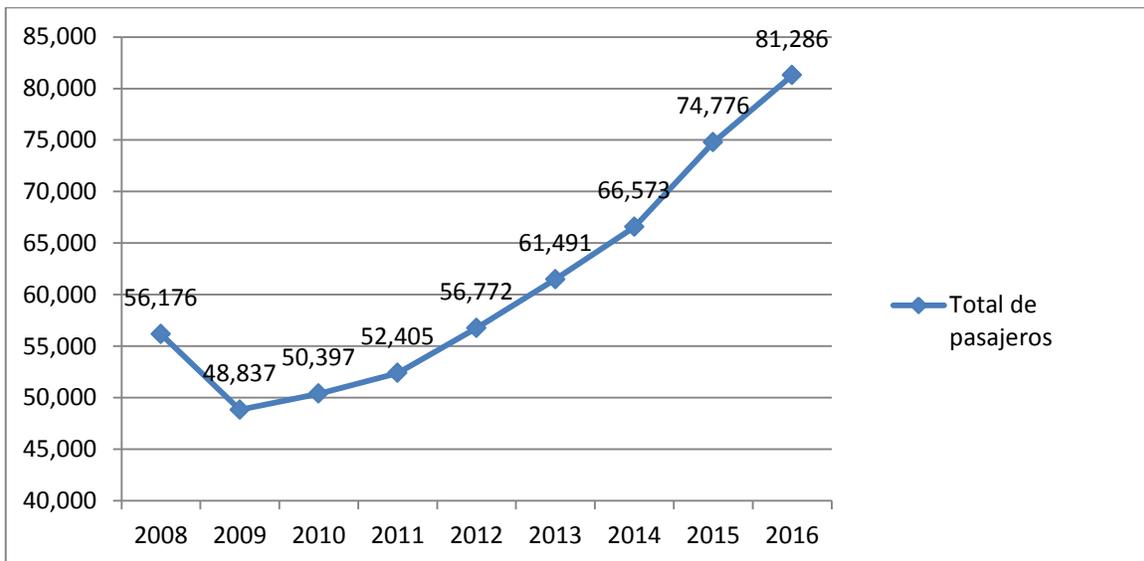


Figura 14 Incremento en el total nacional de pasajeros 2008-2015. Fuente: AICM(2008-2016), SCT(2015)

2.1.1.- Situación actual del AICM

En 2015 se transportaron en el AICM más de 38 millones de pasajeros, en un total de 426 mil operaciones, lo que representa el 33% del total de pasajeros a nivel nacional.

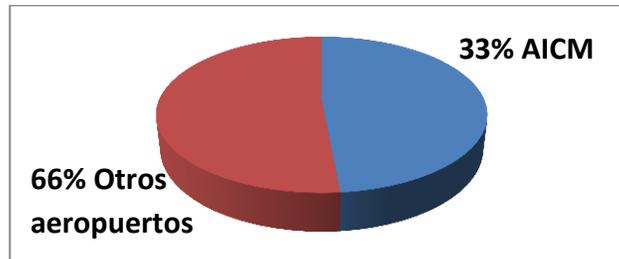


Figura 2.2: Porcentaje del flujo de pasajeros en AICM y el resto del país (SCT, 2015)

El total de pasajeros, operaciones y carga a los que da servicio el AICM ha crecido significativamente en los últimos años, a una tasa de crecimiento acumulada del 48% del 2008 al 2016.

	Pasajeros (%)	Operaciones (%)	Carga (%)
2009	-7.5	-5	-14.61
2010	-0.46	-2.4	22.4
2011	9.28	2.98	4.68
2012	11.84	7.9	-3.51
2013	6.9	3.9	-5.15
2014	8.6	4.4	5.83
2015	12.2	4.1	12.13
2016	8	5	7.87
Acumulado	48.86	20.88	29.64

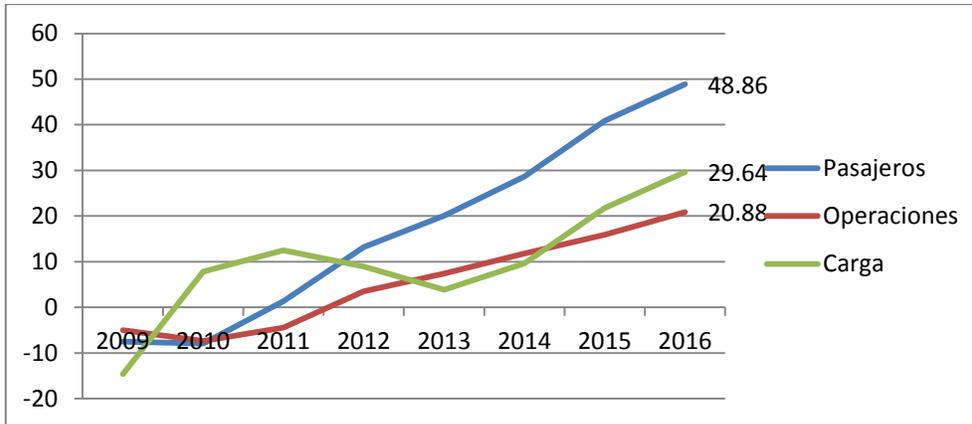


Figura 15 Porcentaje de incremento en el total de pasajeros en el AICM. Fuente AICM (2015)

El pasado 29 de septiembre de 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Declaratoria de saturación en el campo aéreo del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México Benito Juárez, en la que se señala que de las 7:00 a las 22:59 horas el actual aeropuerto opera al límite de su capacidad, que es en promedio de 61 vuelos por hora, con un máximo de 40 llegadas.

2.1.2.- Falta de capacidad y restricción de espacios

El Aeropuerto ha sufrido desde principios de los 90 de falta de capacidad debido a sus limitaciones de espacio a sus alrededores, ya que se encuentra localizado en un área densamente poblada y no cuenta con más espacio para expandirse. Se ha reportado que el aeropuerto ha crecido a la misma velocidad que la demanda, que ahora sirve a más de 40 millones de pasajeros al año. El principal problema con el aeropuerto es la limitación que proveen sus dos pistas de aterrizaje, ya que se usan al 97.3% de su máxima capacidad, dejando muy poco para las nuevas operaciones en el aeropuerto. Sólo aviones del gobierno, militares y comerciales están autorizados a aterrizar en el aeropuerto.

Se han realizado múltiples acciones para mejorar la capacidad y calidad en el servicio del AICM; las más recientes se realizaron a partir de 2006 con la construcción de la Terminal 2 y la remodelación de la Terminal 1. Incluso con la inauguración de la nueva Terminal 2, el aeropuerto sería diseñado idealmente para servir a unos 18 millones de pasajeros al año, de acuerdo con las normas internacionales sobre la pista y el uso de la terminal.



Figura 16 Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

En cambio, el aeropuerto tiene tendencia a seguir aumentando el número de pasajeros anualmente. Este límite en la capacidad del actual aeropuerto se debe a que, aunque tiene dos pistas, éstas no están lo suficientemente separadas para que puedan funcionar al mismo tiempo, y es imposible ampliarlo. Actualmente no existe espacio adicional para incrementar el número de pistas o para realizar grandes obras de infraestructura.

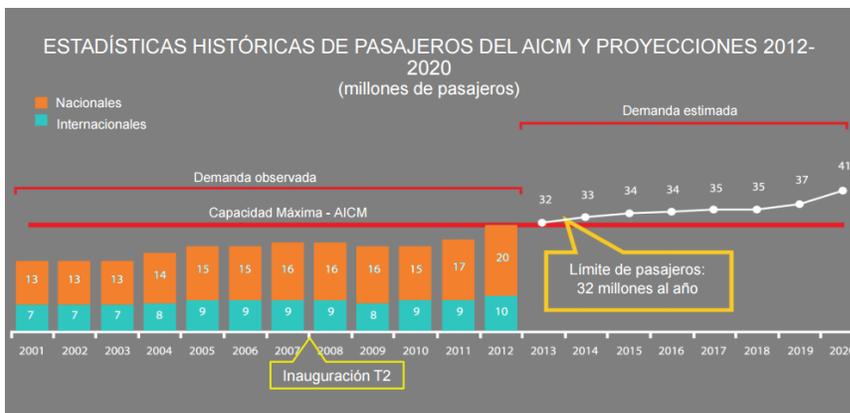


Figura 17 Proyecciones de crecimiento en la demanda del AICM (Fuente: aeropuerto.gob, 2015)

2.2.- Un nuevo aeropuerto para la ZMVM

Las primeras inquietudes respecto a la construcción de un nuevo aeropuerto surgieron en la década de 1960 a poco más de 10 años de su ampliación significativa (nuevo edificio, actual Terminal 1 nacional y dos pistas, cuando con la tecnología de la época se comenzó a estudiar su futuro.

Como parte de la estrategia para dar solución al problema, se han analizado tres alternativas que permitieran atender la demanda creciente de servicios aeroportuarios:

- Mantener la operación del AICM y optimizar los aeropuertos de zonas aledañas
- Tener dos aeropuertos conjuntos para la ZMCM
- Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México en el Oriente de la ZMCM



Figura 18 La actual Base Aérea No. 1 Santa Lucía fue considerada como una de las opciones para atender la demanda de servicios aeroportuarios en el centro del país.

La tercera opción, la que se escogió finalmente, implica tener acceso a un área que sextuplica el tamaño del AICM, lo que permite contar con seis pistas, y cerrar el AICM.

El NAICM se ubicará aproximadamente a 25 kilómetros de distancia del centro de la ciudad, lo que se compara favorablemente con la ubicación de otros aeropuertos del mundo.

Esto último teniendo en cuenta que es una medida simplemente referencial, ya que lo que en realidad importa es la distancia y el tiempo de traslado del aeropuerto hacia y desde las fuentes de generación de pasajeros, contemplando las obras de infraestructura vial que deban ser concebidas para el funcionamiento del aeropuerto.

El Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México, S.A. de C.V. (GACM) recibió el mandato del gobierno de federal de diseñar, construir y poner en servicio el NAICM en 2020. El GACM es una empresa de participación estatal mayoritaria y forma parte de la administración pública paraestatal.

El proyecto del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) responde a la necesidad de ampliar la capacidad del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), la cual data de veinte años atrás. El objetivo de este proyecto de infraestructura es posicionar a México como una zona de conexión regional y aumentar su competitividad.

Sus costos de construcción se calculan actualmente en USD 13 mil millones y debe construirse en un plazo de cuatro años, seguido por un conjunto de pruebas y certificaciones. El gobierno prevé que esta infraestructura entre en servicio en 2020.

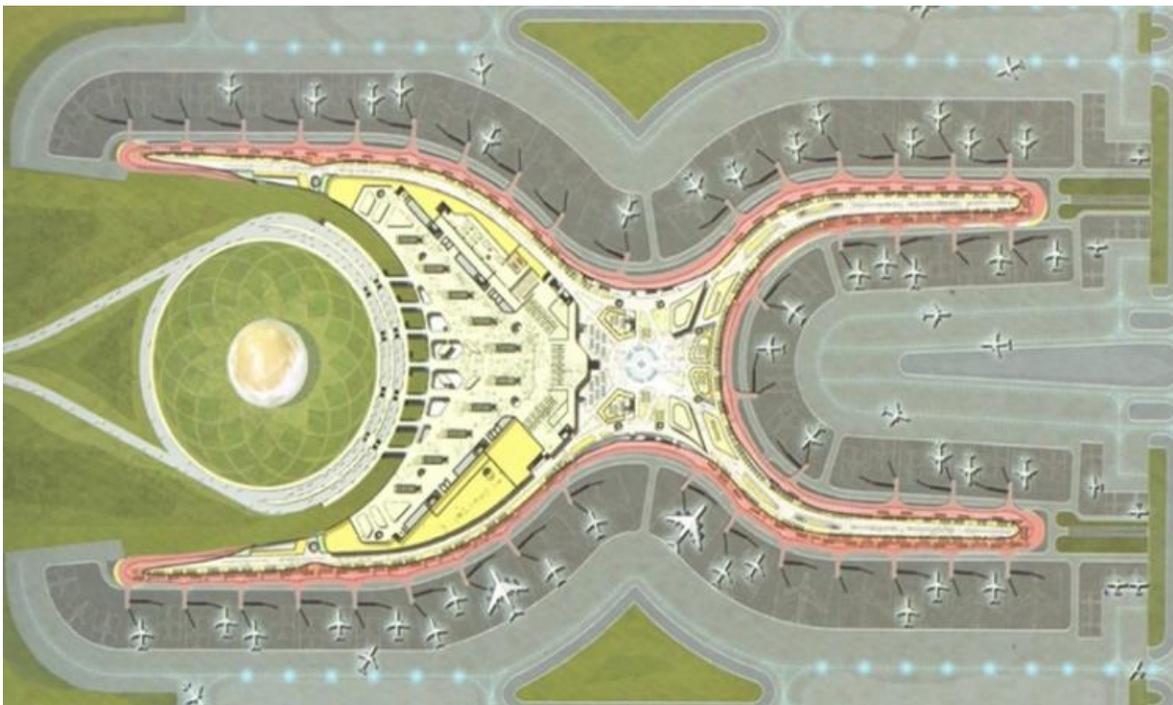


Figura 19 Render del edificio de pasajeros del NAICM.



Capítulo 3: Gerencia de proyectos

3.1 Historia de la gerencia de proyectos

Proyecto manhattan

El proyecto Manhattan fue un proyecto de investigación y desarrollo que produjo las primeras armas nucleares durante la segunda guerra mundial. Fue dirigido por los Estados Unidos con el apoyo del Reino Unido y Canadá. De 1942 a 1946, el proyecto estuvo bajo la dirección del físico Robert Oppenheimer. El componente del ejército del proyecto fue designado al distrito de Manhattan, de ahí el nombre.

El proyecto comenzó modestamente en 1939 pero creció a emplear más de 130,000 personas y costar cerca de 2 mil millones de dólares (cerca de 26 mil millones de dólares en 2016).

Aproximadamente 90% del costo fue de la construcción de fábricas y producción de materiales fisionables, dejando menos del 10% del costo para desarrollo y producción de las armas. La investigación tuvo lugar en más de 30 sitios a lo largo de los Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá.

El proyecto agrupó a una gran cantidad de eminencias científicas como Robert Oppenheimer como el gerente de proyecto (en ese entonces llamado director), Niels Böhr, Enrico Fermi, Ernst Lawrence, Luis Walter Álvarez, etc. Dado que, tras los experimentos en Alemania previos a la guerra, se sabía que la fisión del átomo era posible y que los nazis estaban ya trabajando en su propio programa nuclear, se reunieron varias mentes brillantes. Exiliados judíos muchos de ellos, hicieron causa común de la lucha contra el fascismo aportando su grano de arena a la causa: conseguir la bomba antes que los alemanes.

La relevancia de este proyecto para la gerencia de proyectos fue que, aunque no estaba documentada como el sistema que es hoy en día, fue un hito de la época en el cual se requirió la coordinación de distintas disciplinas que con un objetivo en común, las cuales debían ser relacionadas entre sí y todo esto en comunicación con el ejército de los Estados Unidos (el cliente) bajo unos criterios establecidos de calidad, secrecía, tiempo y costo.



Dupont

Comenzando en 1956, una unión estratégica entre “Dupont chemical company” y la firma de computación “Remington Rand Univac” crearon el método de la ruta crítica para resolver las interrelaciones de actividades separadas en un diagrama de proyecto. La ruta crítica es una secuencia de actividades individuales en un proyecto que debe ser terminado de acuerdo a un programa, para que todo el proyecto sea terminado en tiempo. Las actividades en el diagrama no pueden ser comenzadas hasta que una actividad precursora sea completada. CPM provee una representación gráfica del proyecto y predice su tiempo de culminación.

Los cálculos originales fueron hechos en una computadora UNIVAC-1. Este método fue probado por primera vez en 1958 en un proyecto de construcción de una nueva planta química y otra vez en 1959 durante el cierre de mantenimiento de otra planta.

Proyecto Polaris

El Misil Polaris es un misil balístico basado en submarinos (SLBM) de dos etapas de combustible sólido con armas nucleares construido durante la Guerra Fría por Lockheed Corporation de California para la Armada de Estados Unidos. Su inicio fue en el año 1958. Al reconocer el almirante William. F. Raborn que se necesitaba una planificación integrada y un sistema de control fiable para el programa de misiles balísticos Polaris, se estableció un equipo de investigación para desarrollar el PERT o “Program Evaluation Research Task”.

Así, la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los Estados Unidos de América, en colaboración con la división de Sistemas de Misiles Lockheed (fabricantes de proyectiles balísticos) y la consultora Booz, Allen & Hamilton (ingenieros consultores).

Se planteó un nuevo método para solucionar el problema de planificación, programación y control del proyecto de construcción de submarinos atómicos armados con proyectiles “Polaris”, donde tendrían que coordinar y controlar, durante un plazo de cinco años a 250 empresas, 9000 subcontratistas y numerosas agencias gubernamentales.

En julio de 1958 se publica el primer informe del programa al que denominan “Program Evaluation and Review Technique”, decidiendo su aplicación en octubre del mismo año y consiguiendo un adelanto de dos años sobre los cinco previstos. Este método se basa en la probabilidad de la duración de las actividades.



Project Management Institute (PMI)

En los 60's la gerencia de proyectos como tal comenzó a ser usada en las industrias aeroespacial, construcción y de defensa. El PMI fue fundado en 1969 como una organización sin fines de lucro. Describe sus objetivos como el reconocimiento de la necesidad del profesionalismo en la gerencia de proyectos, proveer un fórum para el libre intercambio de problemas de la gerencia de proyectos, soluciones y aplicaciones, coordinación industrial y académica en esfuerzos de investigación, el desarrollo de terminología común y técnicas para mejorar las comunicaciones, proveer la interfaz entre usuarios y proveedores, proveer los lineamientos para la instrucción y desarrollo de carreras en el campo de la gerencia de proyectos.

En los años 70's los esfuerzos fueron sobre la estandarización de los procedimientos y enfoques. En 1996 se produjo la primera edición del "cuerpo de conocimiento del PMI". Actualmente, el PMI tiene 467 mil miembros en 204 países y es la teoría más utilizada para el desarrollo de proyectos, incluidos los de construcción de obras de infraestructura

3.2 ¿Qué es la gerencia de proyectos?

Es la aplicación de conocimiento, herramientas, habilidades y técnicas para actividades de proyecto para alcanzar requerimientos de proyecto. La gerencia de proyectos es alcanzada a través de la aplicación e integración de los procesos de gerencia que son iniciación, planeación, ejecución, monitoreo y control y cierre. El gerente de proyecto es la persona responsable de completar los objetivos del proyecto.

Gestionar un proyecto incluye

- Identificar los requerimientos
- Establecer objetivos claros y alcanzables
- Balancear las demandas competentes de calidad, alcance, tiempo y costo
- Adaptar las especificaciones, planos y alcances de los diferentes necesidades y expectativas de los diferentes stakeholders



Los gerentes de proyecto seguido hablan de una “triple restricción”: el alcance, tiempo y costo del proyecto. La calidad del proyecto es afectada por el balanceo de estos tres factores. Los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado requerido dentro del alcance, en tiempo y presupuesto. La relación entre estos tres factores es tal que si cualquiera de los tres cambia, al menos uno de los otros es afectado. Los gerentes de proyectos también gestionan los proyectos en respuesta a la incertidumbre.

El riesgo de un proyecto es una condición o un evento inciertos tales que , en caso de ocurrencia, tienen un efecto positivo o negativo en al menos uno de los objetivos del proyecto.

El equipo de gerencia de proyecto tiene una responsabilidad profesional con sus stakeholders, incluyendo a clientes, las organizaciones que ejecutan y el público.

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero. Por ejemplo, un proyecto para construir un monumento nacional creará un resultado que se espera perdure durante siglos. Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que los propios proyectos.

Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto. Por ejemplo, los edificios de oficinas se pueden construir con materiales idénticos o similares, y por el mismo equipo o por equipos diferentes.

Sin embargo, cada proyecto de construcción es único, posee una localización diferente, un diseño diferente, circunstancias y situaciones diferentes, diferentes interesados, etc.



Un esfuerzo de trabajo permanente es por lo general un proceso repetitivo que sigue los procedimientos existentes de una organización. En cambio, debido a la naturaleza única de los proyectos, pueden existir incertidumbres o diferencias en los productos, servicios o resultados que el proyecto genera. Las actividades del proyecto pueden ser nuevas para los miembros del equipo del proyecto, lo cual puede requerir una planificación con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina.

Además, los proyectos se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Un proyecto puede involucrar a una única persona o a varias personas, a una única unidad de la organización, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones.

Un proyecto puede generar:

- Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo,
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución),
- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes (p.ej., Un proyecto Seis Sigma cuyo objetivo es reducir defectos), o
- Un resultado, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad).

Entre los ejemplos de proyectos, se incluye:

- El desarrollo de un nuevo producto, servicio o resultado;
- La implementación de un cambio en la estructura, los procesos, el personal o el estilo de una organización;
- El desarrollo o la adquisición de un sistema de información nuevo o modificado (hardware o software);
- La realización de un trabajo de investigación cuyo resultado será adecuadamente registrado;
- La construcción de un edificio, planta industrial o infraestructura, o
- La implementación, mejora o potenciación de los procesos y procedimientos de negocios existentes



La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. Estos cinco Grupos de Procesos son:



Dirigir un proyecto por lo general implica, aunque no se limita a:

- Identificar requisitos;
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados;
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo;
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras:
 - El alcance,
 - La calidad,
 - El cronograma,
 - El presupuesto,
 - Los recursos y
 - Los riesgos.



Las características específicas del proyecto y las circunstancias pueden influir sobre las restricciones en las que el equipo de dirección del proyecto necesita concentrarse.

La relación entre estos factores es tal que si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro de ellos se vea afectado. Por ejemplo, si el cronograma es acortado, a menudo el presupuesto necesita ser incrementado a fin de añadir recursos adicionales para completar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo. Si no fuera posible aumentar el presupuesto, se podría reducir el alcance o los objetivos de calidad para entregar el resultado final del proyecto en menos tiempo y por el mismo presupuesto. Los interesados en el proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cuáles son los factores más importantes, creando un desafío aún mayor.

La modificación de los requisitos o de los objetivos del proyecto también puede generar riesgos adicionales. El equipo del proyecto necesita ser capaz de evaluar la situación, equilibrar las demandas y mantener una comunicación proactiva con los interesados a fin de entregar un proyecto exitoso.

Dado el potencial de cambios, el desarrollo del plan para la dirección del proyecto es una actividad iterativa y su elaboración es progresiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La elaboración progresiva implica mejorar y detallar el plan de manera continua, a medida que se cuenta con información más detallada y específica, y con estimaciones más precisas. La elaboración progresiva permite al equipo de dirección del proyecto definir el trabajo y gestionarlo con un mayor nivel de detalle a medida que el proyecto va avanzando.

3.3 El Rol del Director del Proyecto

El director del proyecto es la persona asignada por la organización ejecutante para liderar al equipo responsable de alcanzar los objetivos del proyecto. El rol del director del proyecto es diferente del de un gerente funcional o del de un gerente de operaciones. Por lo general, el gerente funcional se dedica a la supervisión gerencial de una unidad funcional o de negocio, mientras que la responsabilidad de los gerentes de operaciones consiste en asegurar que las operaciones de negocio se llevan a cabo de manera eficiente.



Dependiendo de la estructura de la organización, un director de proyecto puede estar bajo la supervisión de un gerente funcional. En otros casos, el director del proyecto puede formar parte de un grupo de varios directores de proyecto que dependen de un director de programa o del portafolio, que es el responsable en última instancia de los proyectos de toda la empresa.

En este tipo de estructura, el director del proyecto trabaja estrechamente con el director del programa o del portafolio para cumplir con los objetivos del proyecto y para asegurar que el plan para la dirección del proyecto esté alineado con el plan global del programa. El director del proyecto también trabaja estrechamente y en colaboración con otros roles, como los de analista de negocio, director de aseguramiento de la calidad y expertos en materias específicas.

3.4. Responsabilidades y Competencias del Director del Proyecto

Por regla general, los directores de proyecto tienen la responsabilidad de satisfacer necesidades: las necesidades de las tareas, las necesidades del equipo y las necesidades individuales. Dado que la dirección de proyectos es una disciplina estratégica crítica, el director del proyecto se convierte en el nexo de unión entre la estrategia y el equipo. Los proyectos son imprescindibles para el crecimiento y la supervivencia de las organizaciones. Los proyectos crean valor en forma de procesos de negocio mejorados, son indispensables para el desarrollo de nuevos productos y servicios y facilitan a las compañías la respuesta ante los cambios del entorno, la competencia y el mercado. El rol del director del proyecto, por tanto, se torna cada vez más estratégico. Sin embargo, la comprensión y aplicación de conocimientos, herramientas y técnicas que se reconocen como buenas prácticas no son suficientes para gestionar los proyectos de manera eficaz.



Además de las habilidades específicas a un área y de las competencias generales en materia de gestión requeridas para el proyecto, una dirección de proyectos eficaz requiere que el director del proyecto cuente con las siguientes competencias:

- Conocimiento: Se refiere a lo que el director del proyecto sabe sobre la dirección de proyectos.
- Desempeño: Se refiere a lo que el director del proyecto es capaz de hacer o lograr cuando aplica sus conocimientos sobre la dirección de proyectos.
- Actitud: Se refiere a la manera en que se comporta el director del proyecto cuando ejecuta el proyecto o actividades relacionadas con el mismo. La eficacia personal abarca actitudes, características básicas de la personalidad y liderazgo, lo cual proporciona la capacidad de guiar al equipo del proyecto mientras se cumplen los objetivos del proyecto y se equilibran las restricciones del mismo.

3.5 Ciclo de Vida del Proyecto

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

Las fases se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera. Las fases son generalmente acotadas en el tiempo, con un inicio y un final o punto de control.

Un ciclo de vida se puede documentar dentro de una metodología. Se puede determinar o conformar el ciclo de vida del proyecto sobre la base de los aspectos únicos de la organización, de la industria o de la tecnología empleada. Mientras que cada proyecto tiene un inicio y un final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo variarán ampliamente dependiendo del proyecto

El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado. Los enfoques de los ciclos de vida de los proyectos pueden variar continuamente desde enfoques predictivos u orientados a plan hasta enfoques adaptativos u orientados al cambio.



En un ciclo de vida predictivo el producto y los entregables se definen al comienzo del proyecto y cualquier cambio en el alcance es cuidadosamente gestionado. En un ciclo de vida adaptativo el producto se desarrolla tras múltiples iteraciones y el alcance detallado para cada iteración se define solamente en el comienzo de la misma.

3.5.1 Características del Ciclo de Vida del Proyecto

Los proyectos varían en tamaño y complejidad. Todos los proyectos pueden configurarse dentro de la siguiente estructura genérica de ciclo de vida:

- Inicio del proyecto
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y
- Cierre del proyecto.

3.6 Las áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos

Estas describen el conocimiento y la práctica de la gerencia de proyectos en términos de los procesos de sus componentes. Estos procesos se han organizado en nueve áreas de conocimiento:



Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos.

- **Gerencia de integración de proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que los varios elementos del proyecto sean correctamente coordinados. Consiste en el desarrollo del plan del proyecto, ejecución del plan del proyecto y control general de cambios. Esta es el área comúnmente entendida como la gerencia de proyectos en la industria de la construcción.
- **Gerencia de los alcances del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto exitosamente.
- Consiste en iniciación, planeación del alcance, definición el alcance, verificación del alcance y control de cambios del alcance.



- **Gerencia del tiempo del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar la terminación oportuna del proyecto. Consiste en definición de actividades, secuenciación de actividades, estimación de la duración de actividades, desarrollo de programas y control de programas.
- **Gerencia del costo de proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto sea terminado dentro del presupuesto aprobado. Consiste en planeación de recursos, estimación de costos, presupuestación y control de costos.
- **Gerencia de la calidad del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales fue emprendido. Consiste en planeación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de la calidad.
- **Gerencia de los recursos humanos del proyecto**, describe los procesos requeridos para hacer el uso más efectivo de la gente involucrada con el proyecto. Consiste en planeación organizacional, adquisición de personal y desarrollo de equipos
- **Gerencia de comunicación del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar la generación, colección, diseminación, almacenamiento y disposición de la información del proyecto apropiada y en tiempo.
- **Gerencia de adquisiciones (procura)**, describe los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios ajenos a la organización. Consiste en planeación, solicitudes, selección de recursos, administración de contratos y cierre de contratos.
- **Gerencia de la seguridad**, describe los procesos requeridos para asegurar que la construcción del proyecto sea ejecutada con el cuidado apropiado para prevenir accidentes que causen o potencialmente causen lesiones a las personas o daños a las propiedades.
- **Gerencia ambiental**, describe los procesos requeridos para asegurar que el impacto de la ejecución del proyecto al medio ambiente circundante permanezca dentro de los límites establecidos en las leyes pertinentes.
- **Gerencia financiera**, describe los procesos para adquirir y gestionar los recursos financieros para el proyecto. A diferencia de la gerencia del costo, esta se encarga con la fuente de ingresos y analizar/actualizar los flujos de efectivo para la construcción del proyecto.
- **Gerencia de reclamos** (traducido de *claims*), describe los procesos requeridos para eliminar o prevenir que surjan los reclamos dentro de la construcción del proyecto y para el manejo expeditivo de los reclamos si estos llegan a ocurrir.



3.7 Oficina de Gestión de Proyectos

Una oficina de gestión de proyectos (PMO) es una unidad de la organización para centralizar y coordinar la dirección de proyectos a su cargo. Una PMO también puede denominarse “oficina de gestión de programas”, “oficina del proyecto” u “oficina del programa”. Una PMO supervisa la dirección de proyectos, programas o una combinación de ambos. Es posible que la única relación entre los proyectos respaldados o administrados por la PMO sea que son dirigidos al mismo tiempo. Sin embargo, algunas PMO coordinan y dirigen proyectos relacionados.

La PMO pone el énfasis en la planificación coordinada, la priorización y la ejecución de proyectos y subproyectos vinculados con los objetivos de negocio generales de la organización matriz o del cliente.

Las PMO pueden operar con continuidad en aspectos que van desde proporcionar las funciones de respaldo para la dirección de proyectos bajo la forma de formación, software, políticas estandarizadas y procedimientos, hasta la dirección y responsabilidad directas en sí mismas para lograr los objetivos del proyecto. Se puede delegar a una PMO específica la autoridad para actuar como interesada integral y estar encargada de tomar decisiones clave durante la etapa de iniciación de cada proyecto; también puede estar autorizada para hacer recomendaciones o concluir proyectos a fin de ser congruente con sus objetivos de negocio.

Entre las características clave de una PMO se incluyen, entre otras:

- Identificación y desarrollo de la metodología de dirección de proyectos, de las mejores prácticas y de las normas
- Oficina de información y administración de políticas, procedimientos y plantillas de proyectos, y de otra documentación compartida
- Repositorio y gestión centralizados para riesgos compartidos y únicos para todos los proyectos
- Oficina central para la operación y gestión de herramientas del proyecto, como el software para la dirección de proyectos en toda la empresa
- Coordinación central de la gestión de las comunicaciones entre proyectos
- Una plataforma guía para directores del proyecto



- Supervisión central de todos los cronogramas y presupuestos de proyectos de la PMO, normalmente en el ámbito empresarial
- Coordinación de los estándares generales de calidad del proyecto entre el director del proyecto y cualquier organización de evaluación de calidad de personal o de estándares interna o externa.

3.8 Interesados en el proyecto

En inglés se les denomina stakeholders y muchas veces también es usado ese término en el idioma español

Los interesados en el proyecto son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de su conclusión. También pueden influir sobre los objetivos y resultados del proyecto. El equipo de dirección del proyecto debe identificar a los interesados, determinar sus requisitos y expectativas y, en la medida de lo posible, gestionar su influencia en relación con los requisitos para asegurar un proyecto exitoso.

Los interesados pueden influir de manera positiva o negativa en el proyecto. Los interesados de influencia positiva son aquellos que normalmente se beneficiarían de un resultado exitoso del proyecto, mientras que los interesados de influencia negativa son aquellos que ven resultados negativos como consecuencia del éxito del proyecto. Por ejemplo, los líderes empresariales de una comunidad que se beneficiará de un proyecto de expansión industrial pueden ser interesados de influencia positiva, ya que pronostican un beneficio económico para la comunidad con el éxito del proyecto. Por el contrario, los grupos ecologistas podrían ser interesados de influencia negativa si consideran que el proyecto perjudica al medio ambiente. En el caso de los interesados de influencia positiva, sus intereses se satisfacen mejor contribuyendo al éxito del proyecto, por ejemplo, ayudando al proyecto a obtener los permisos necesarios para proceder. El interés de los interesados de influencia negativa se satisface mejor impidiendo que el proyecto avance, exigiendo informes de evaluación ambiental más exhaustivos. Con frecuencia, los interesados de influencia negativa son ignorados por el equipo del proyecto, poniendo en riesgo el éxito de sus proyectos.



Entre los interesados clave de los proyectos se encuentran:

- **Director del proyecto.** La persona responsable de dirigir el proyecto.
- **Cliente/usuario.** La persona u organización que utilizará el producto del proyecto. Puede haber múltiples niveles de clientes. Por ejemplo, dentro de los clientes para un nuevo producto farmacéutico pueden encontrarse los médicos que lo recetan, los pacientes que lo toman y las entidades aseguradoras que pagan por él. En algunas áreas de aplicación, cliente y usuario son sinónimos, mientras que en otras, cliente se refiere a la entidad que adquiere el producto del proyecto, mientras que los usuarios son aquellos que utilizan directamente el producto del proyecto.
- **Organización ejecutante.** La empresa cuyos empleados participan más directamente en el trabajo del proyecto.
- **Miembros del equipo del proyecto.** El grupo que realiza el trabajo del proyecto.
- **Equipo de dirección del proyecto.** Los miembros del equipo del proyecto que participan directamente en las actividades de dirección del proyecto.
- **Patrocinador.** La persona o el grupo que proporciona los recursos financieros, monetarios o en especie, para el proyecto.
- **Influyentes.** Personas o grupos que no están directamente relacionados con la adquisición o el uso del producto del proyecto, pero que, debido a su posición en la organización del cliente u organización ejecutante, pueden ejercer una influencia positiva o negativa sobre el curso del proyecto.
- **Oficina de Gestión de Proyectos (PMO).** Si existe en la organización ejecutante, la PMO puede ser un interesado si tiene responsabilidad directa o indirecta sobre el resultado del proyecto.

Sistema de gestión de proyectos

El sistema de gestión de proyectos es el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto. Puede ser formal o informal, y ayuda al director del proyecto a gestionar de forma eficaz un proyecto hasta su conclusión. El sistema es un conjunto de procesos y de las funciones de control correspondientes, que se consolidan y combinan en un todo funcional y unificado.

El plan de gestión del proyecto describe cómo se va a usar el sistema de gestión de proyectos. El contenido del sistema de gestión de proyectos variará dependiendo del área de aplicación, influencia de la organización, complejidad del proyecto y disponibilidad de los sistemas existentes. Las influencias de la organización conforman el sistema para ejecutar los proyectos dentro de esa organización. El sistema se ajustará o adaptará a cualquier exigencia impuesta por la organización.



Si existe una PMO en la organización ejecutante, una de las funciones de la PMO normalmente consistirá en gestionar el sistema de gestión de proyectos, a fin de asegurar la consistencia en su aplicación y la continuidad en los diferentes proyectos que se estén llevando a cabo.

3.9 Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos

Esta sección identifica y describe los cinco Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos requeridos para cualquier proyecto. Estos cinco Grupos de Procesos tienen dependencias claras y se llevan a cabo siguiendo la misma secuencia en cada proyecto. Son independientes de los enfoques de las áreas de aplicación o de la industria. Los Grupos de Procesos individuales y los procesos individuales que los componen a menudo se repiten antes de concluir el proyecto. Los procesos que los componen también pueden tener interacciones dentro de un Grupo de Procesos y entre los Grupos de Procesos.

Un proceso individual puede definir y restringir la forma en que se usan las entradas para producir las salidas de ese Grupo de Procesos. Un Grupo de Procesos incluye los procesos de dirección de proyectos que están vinculados por las respectivas entradas y salidas, es decir, el resultado o salida de un proceso se convierte en la entrada de otro. El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control, por ejemplo, no solamente supervisa y controla el trabajo que se realiza durante un Grupo de Procesos, sino también todo el esfuerzo del proyecto. El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control también debe retroalimentarse para implementar medidas correctivas o preventivas, a fin de hacer que el proyecto cumpla con el plan de gestión del proyecto o de modificar según corresponda dicho plan. Muchas de las interacciones adicionales entre los Grupos de Procesos son similares.

Los Grupos de Procesos no son fases del proyecto. Cuando se pueden separar proyectos grandes o complejos en distintas fases o subproyectos, como el estudio de viabilidad, el desarrollo conceptual, el diseño, prototipo, construcción, prueba, etc., por lo general, se repetirán todos los procesos del Grupo de Procesos para cada fase o subproyecto.



Los cinco Grupos de Procesos son:

- **Grupo de Procesos de Iniciación.** Define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.
- **Grupo de Procesos de Planificación.** Define y refina los objetivos, y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Ejecución.** Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto para el proyecto.
- **Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.** Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto del plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario para cumplir con los objetivos del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Cierre.** Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo.

3.10 Gerencia de proyecto del NAICM

La gerencia del programa o gerencia de proyectos del NAICM surge de la necesidad de planear y administrar eficientemente el conjunto de proyectos relacionados que conformarán la nueva terminal aérea. En efecto, los componentes del aeropuerto constituyen un conjunto de proyectos que habrán de desarrollarse de manera individual pero que deberán funcionar eficientemente como un todo, y esta circunstancia constituye en sí el programa del NAICM

La SCT y el GACM, responsable de la planeación, construcción y operación del nuevo aeropuerto, debido a la magnitud y grado de complejidad de este, consideraron prioritario contratar el servicio de un grupo especializado y con experiencia exitosa en la gerencia de proyectos aeroportuarios del tamaño del NAICM, que apoyara al GACM en la ejecución del proyecto.



Figura 20 Render de punto de contacto en el edificio de pasajeros

En efecto, la experiencia internacional para el desarrollo de un aeropuerto con las características señaladas para movilizar 60 millones de pasajeros al año con tres pistas para operaciones simultáneas y una inversión inicial estimada por la SCT en 169 mil millones de pesos, requiere una capacidad de gobernabilidad y de ejecución muy alta, así como herramientas y tecnología de punta para controlar el desarrollo durante los seis años que se estima, durará su realización.

El gerente de programa (Parsons) es la empresa internacional que recientemente coordinó el desarrollo de los aeropuertos de Abu Dabi y Doha; en este caso se apoya, a solicitud expresa del GACM, en empresas nacionales (FOA).

3.10.1 Funciones de la gerencia de programa (coordinación)

En concreto, la gerencia del programa deberá apoyar a su cliente GACM en el cumplimiento del plan de acción consensuado; sus funciones son las siguientes:

Asegurar integralmente que todos los componentes de los diversos proyectos en las fases del programa sean atendidos y estén disponibles oportunamente, y que se cumplan los objetivos de tiempo, calidad y costo en los proyectos del aeropuerto y en las obras asociadas.



Identificar y prever los riesgos, detectar oportunidades de mejoramiento de procesos y proponer acciones de mitigación y corrección en su caso (de tipo financiero, técnico, legal, social y ambiental).

Proponer los protocolos de licitación que garanticen la integridad y transparencia de los procesos de procuramiento de servicios de ingeniería y de construcción; apoyar en la evaluación de términos de referencia y en las evaluaciones de las ofertas presentadas

El gerente del programa integró un equipo para realizar las funciones descritas, que se encargará de diversas vertientes de acción para apoyar toda la organización del cliente. De este modo:

- A la experiencia local del GACM se añade la del gerente de programa en aeropuertos y la experiencia de los consultores locales en estrategia aeroportuaria.
- Se establece un entorno abierto de trabajo en el mismo sitio del GACM, con enfoque solo en las soluciones del programa.
- Todos los involucrados operan con el esquema de un solo equipo, participan de manera proactiva y apoyan con respuestas específicas.
- Hay un proceso de toma de decisiones en el nivel más cercano al trabajo, para obtener el resultado adecuado a la primera y de manera eficaz y eficiente.
- La integración arroja tempranas y mejores decisiones, complementadas con la perspectiva del cliente y su supervisión
- Se utiliza el conjunto de herramientas tecnológicas del gerente del programa y los procesos se integran con la propia organización del GACM, lo que permite una eficiente ejecución del trabajo.
- Se prevén tempranamente los riesgos de todo tipo y se aprueban respuestas eficientemente para mitigar consecuencias y minimizar controversias.

Con esta filosofía de trabajo se llevan a cabo los procesos sistemáticos para la gestión de los componentes de la gerencia del proyecto.

Tales procesos se instrumentan con grupos de trabajo. A su vez, estos temas se gestionarán con procedimientos definidos en las fases de iniciación, planeación, implementación, control y cierre.



3.10.2 Procesos de control

Uno de los procesos clave de la gerencia del programa será el control de cada uno de los proyectos del aeropuerto relacionados entre sí y con un objetivo común.

El objetivo es controlar que las actividades del programa se completen integralmente de acuerdo con los planes de los proyectos. El proceso de control se lleva a cabo durante toda la duración de cada proyecto e incluye los siguientes aspectos:

- La medición de resultados por tema
- La evaluación de medidas y tendencias que pueden afectar el proceso, para mejorar los resultados.
- La continua aplicación del proceso de control por tema proporcionaría al GACM, a la gerencia del programa y a los participantes en los grupos de trabajo una descripción precisa y actualizada de los resultados que se van obteniendo del programa en su conjunto.

Capítulo 4: Descripción del NAICM

4.1.1- Características del proyecto NAICM

En su fase final, el aeropuerto contará con las siguientes características:

- 4,431 Ha de superficie
- 6 pistas de operación, de las cuales 3 serán de operación simultanea
- 2 terminal y satélites
- 120 millones de pasajeros al año, con un promedio de 329 mil diarios
- 1 millón de operaciones al año, con un promedio de 2,750 diarias.



Figura 21 Planta de terminal y pistas del NAICM en su máximo desarrollo

Las seis pistas, con las que contará el nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) son necesarias para evitar la pronta saturación de la infraestructura y colocará la terminal entre las primeras del mundo.

De este modo, cuando finalice la construcción, el NAICM será un proyecto "modelo" a nivel mundial por ser el primer aeropuerto fuera de Estados Unidos con pistas paralelas triples, junto con el de Múnich, Alemania, donde se está evaluando.

Es decir, las seis pistas permitirán hasta tres operaciones de aterrizaje y despegue a la vez.

Con esta modalidad de pistas se evitaría una saturación prematura del aeropuerto, pues si contara con tres pistas, al ritmo de crecimiento anual de operaciones de 4%, quedaría obsoleto para 2031

La ubicación de las pistas se estima ser la ideal, pues no deja inoperativa la terminal aérea de Toluca ni la de Querétaro, aunque sí restringe el espacio aéreo de la base militar de Santa Lucía.



Figura 22 Render del edificio de pasajeros

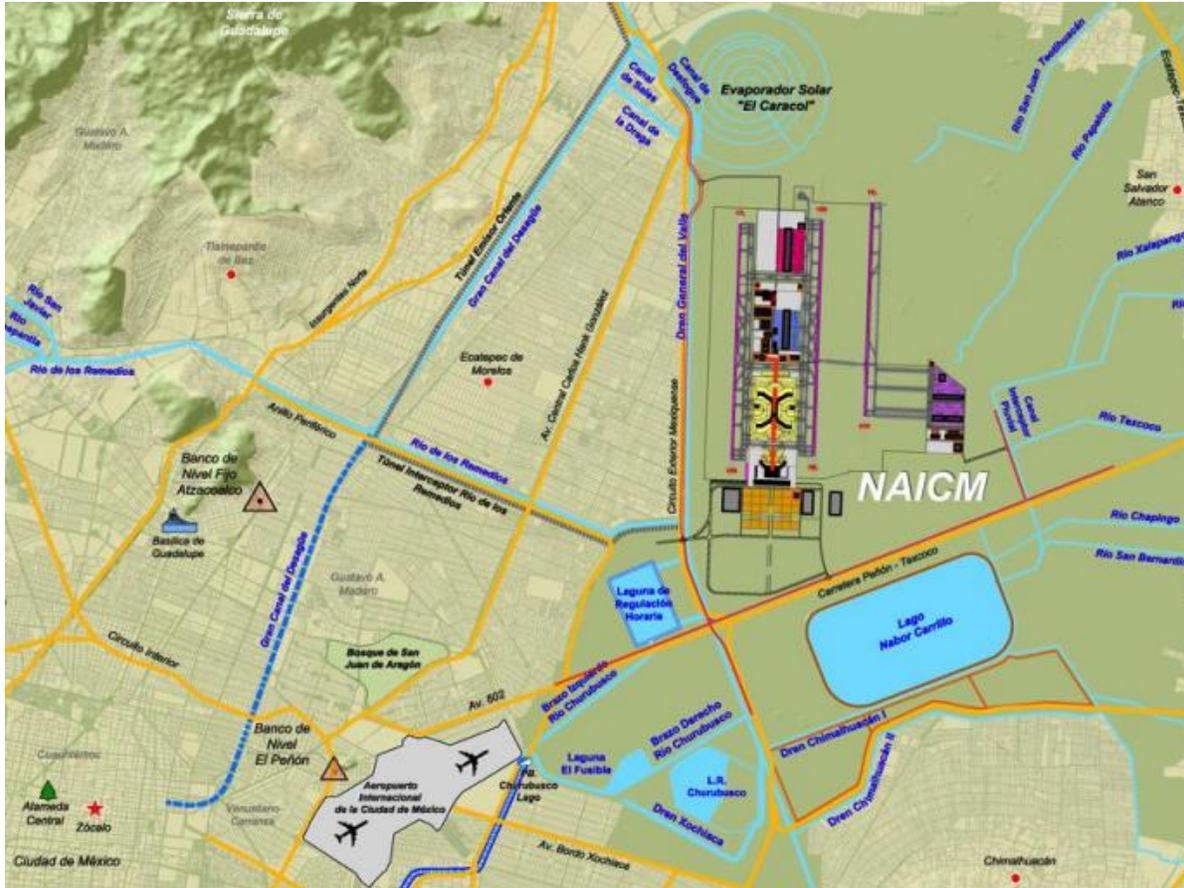


Figura 23 Ubicación del NAICM con respecto al aeropuerto actual

4.1.2- Estrategias para la ejecución

Aunque la contratación pública en proyectos de infraestructura ofrece ventajas, es una actividad muy delicada por la cantidad de recursos involucrados y por la estrecha interacción entre los ámbitos público y privado.

La elección de la contratación pública como el modo de operación para el NAICM, en lugar de la asociación público-privada o la concesión, fue estratégica para dar forma a la distribución de riesgos.

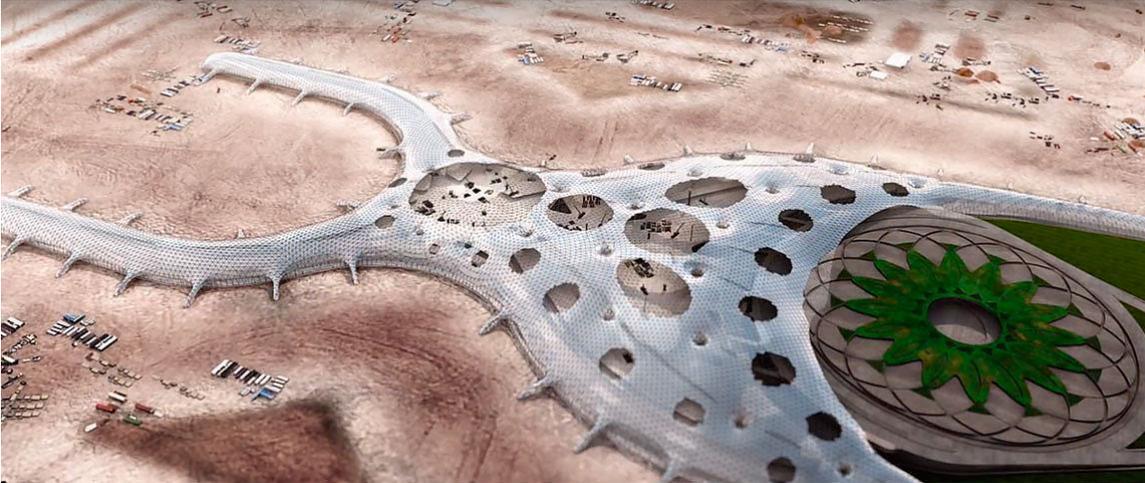


Figura 24 Proceso constructivo del edificio de pasajeros, en el cual participan varios consorcios de empresas.

Sin embargo, reduce la propiedad de los proveedores con el proyecto, lo que podría moderarse mediante una gestión contractual eficaz.

En una segunda decisión estratégica, el GACM decidió sincronizar las principales actividades de construcción en un conjunto de 21 paquetes de contratación pública, para cumplir con un cronograma muy ambicioso.

El objetivo es fomentar la participación de las empresas mexicanas, establecer normas claras desde el principio, identificar al mayor número de participantes idóneos y garantizar la transparencia.

El modelo ofrece también la posibilidad de adaptar cada estrategia de contratación para satisfacer los deseos y capacidades del mercado, y brindar la mejor relación calidad/precio no solo al GACM y el gobierno mexicano, sino también a la sociedad en general.

De igual forma, es crucial definir las especificaciones de las licitaciones conforme a la complejidad de las obras y los criterios de adjudicación correspondientes, y garantizar un análisis minucioso y transparente de las propuestas para lograr resultados eficientes y a la vez reforzar la confianza de la ciudadanía.

4.1.3- Financiamiento

La construcción del NAICM se financiará con una combinación de recursos públicos y privados, y cerca de 60% provendrá del presupuesto federal. Se calcula que el costo del proyecto ascienda a USD 13 mil millones para la primera etapa de construcción (2014-2018), con alrededor de 50% concentrado en 2015 y 2016. Con el fin de garantizar

la viabilidad financiera del proyecto en el largo plazo, el GACM y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público diseñaron una estrategia financiera integral que toma en cuenta la situación de los mercados financieros internacionales y la reciente evolución del mercado de materias primas.

En 2015, el gobierno federal asignó MXN 5.4 mil millones para iniciar el trabajo preliminar. Al mismo tiempo, se negoció una línea de crédito de USD 1 mil millones (MXN 16.7 mil millones) con bancos privados (HSBC, BBVA, Citibank e Inbursa).

En México los ingresos del gobierno son muy vulnerables a las fluctuaciones en los precios del petróleo, pues casi 30% de los recursos públicos se obtienen de los ingresos del petróleo. Los mecanismos de estabilización en vigor (es decir, depreciación del tipo de cambio cuando caen los precios del petróleo, Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y cobertura financiera contra los cambios de precios) evitan que los recursos públicos fluctúen drásticamente con el mercado del petróleo; no obstante, este factor podría hacer que se recurra en mayor medida al financiamiento privado si los recursos públicos escasean más de lo previsto.

Debido a la reciente tendencia a la baja en los precios del petróleo y a posibles cambios del financiamiento procedente de recursos públicos, el GACM actualizó la estrategia financiera inicial para resistir circunstancias similares. La estrategia modificada incluye una línea de crédito revolvente por USD 3 mil millones, que se cerró el 7 de octubre de 2015, y una próxima emisión de bonos de largo plazo con grado de inversión internacional hasta por un monto de USD 6 mil millones.

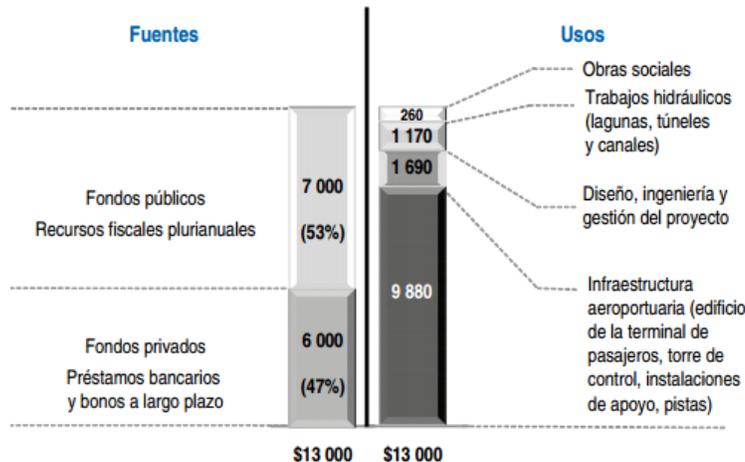


Figura 25 Esquema de financiamiento del NAICM



4.2 Gobernanza del proyecto NAICM

Si bien el GACM está comprometido con aplicar las mejores prácticas internacionales de integridad, transparencia y gobierno abierto, se requiere realizar mayores esfuerzos.

Se identifican varias áreas que pueden mejorarse con base en la experiencia internacional.

Existe la necesidad de una acción coordinada de diferentes instituciones y órdenes de gobierno, así como la colaboración sistemática de los actores interesados. Una estructura de gobierno corporativo que sustituya la organización actual del GACM afrontaría mejor este complejo entorno. Además, es importante adaptar los procesos de contratación a la magnitud y las características específicas del proyecto para asegurar una ejecución eficaz. Asimismo, una estrategia integral de integridad que incluya a las partes interesadas públicas y privadas reduciría el riesgo de corrupción. Por último, se necesitan comunicaciones estratégicas y frecuentes para obtener el imprescindible apoyo social y político.

La gobernanza es de vital importancia en megaproyectos de este tipo, no solo para seguir puntualmente la programación y ajustarse al presupuesto, sino para evitar la corrupción y una gestión deficiente. El modelo de gobierno del GACM es el de una institución pública; por el contrario, una estructura de corte más corporativo le permitiría mejorar su eficiencia y sus ventajas operativas. La estructura orgánica del GACM se diseñó conforme a los principios de austeridad y disciplina en el gasto público. Sin embargo, afronta fuertes limitaciones de recursos humanos y de capacidades, lo que es evidente al evaluarlo en comparación con otros proyectos aeroportuarios. Un proyecto de esta magnitud exige un trabajo coordinado entre diferentes instituciones públicas y varios niveles de gobierno. Además, una buena gobernanza del NAICM requiere la participación sistemática de los actores interesados. Por ejemplo, la evaluación y la gestión de riesgos deberán incluir a la sociedad civil y beneficiarse de su experiencia. Particularmente, los gremios de profesionistas con experiencia en la planeación, diseño y construcción de aeropuertos, la cual está fundamentada en la experiencia de varias décadas de operar el AICM.

Aunque la contratación pública en proyectos de infraestructura ofrece ventajas, es una actividad muy delicada por la cantidad de recursos involucrados y por la estrecha interacción entre los ámbitos público y privado. Para que el GACM saque el máximo provecho a su potencial, conviene que aproveche las oportunidades existentes para adaptar los procesos estándar a la magnitud y complejidad del proyecto.



La elección de la contratación pública como el modo de operación para el NAICM, en lugar de la asociación público-privada o la concesión, fue estratégica para dar forma a la distribución de riesgos. La contratación pública en infraestructura limita el riesgo de relaciones inviables de largo plazo con agentes económicos, basadas en supuestos demasiado optimistas.

Sin embargo, reduce la propiedad de los proveedores con el proyecto, lo que podría moderarse mediante una gestión contractual eficaz. En una segunda decisión estratégica, el GACM decidió sincronizar las principales actividades de construcción en un conjunto de 21 paquetes de contratación pública, para cumplir con un calendario muy ambicioso. El objetivo es fomentar la participación de las empresas mexicanas, establecer normas claras desde el principio, identificar al mayor número de participantes idóneos y garantizar la transparencia. El modelo ofrece también la posibilidad de adaptar cada estrategia de contratación para satisfacer los deseos y capacidades del mercado, y brindar la mejor relación calidad-precio no solo al GACM y el gobierno mexicano, sino también a la sociedad en general.

De igual forma, es crucial definir las especificaciones de las licitaciones conforme a la complejidad de las obras y los criterios de adjudicación correspondientes, y garantizar un análisis minucioso y transparente de las propuestas para lograr resultados eficientes y a la vez reforzar la confianza de la ciudadanía.

El Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) actualmente es uno de los tres proyectos de infraestructura aeroportuaria más grandes del mundo.

Sus costos de construcción se calculan en USD 13 mil millones y debe construirse en un plazo de cuatro años, seguido por un conjunto de pruebas y certificaciones.

El gobierno prevé que esta infraestructura entre en servicio en 2020.

Primera etapa	Desarrollo máximo
50 millones de pasajeros por año	120 millones de pasajeros por año
550 000 operaciones por año	1,000,000 operaciones por año
3 pistas paralelas en operación simultanea	6 pistas con operación triple simultanea
94 puestos de estacionamiento de contacto	

Fuente: presentación “visión integral”, www.aeropuerto.gob.mx (consultada el 7 de marzo de 2016)



La experiencia internacional ilustra que la gobernanza es un tema fundamental para el éxito de este tipo de megaproyectos, no solo para mantenerlos a tiempo y ceñirse al presupuesto sino también para evitar la corrupción.

4.2.1. Gobierno corporativo del GACM

El Consejo de Administración del GACM es su órgano rector, responsable de establecer las políticas generales y definir prioridades relativas a producción, productividad, mercadotecnia, finanzas, investigación, desarrollo tecnológico y administración, en consonancia con los programas gubernamentales para el sector transporte. Asimismo, analiza y aprueba los programas y presupuesto, estados financieros y estructura orgánica del GACM.

El gobierno corporativo del GACM responde a la lógica de gobernanza de instituciones públicas, lo cual le impide beneficiarse de las ganancias en eficiencia y las ventajas operativas relacionadas con una estructura de tipo corporativo. De hecho, el gobierno corporativo del GACM no concuerda con los puntos clave establecidos en las Directrices de la OCDE sobre el Gobierno Corporativo de las Empresas Públicas.

Aun cuando el GACM no se considera una empresa como tal, emite acciones, las cuales pertenecen en su totalidad al Gobierno Federal de México. El principio general consiste en que cuando los gobiernos lleven a cabo proyectos de gran relevancia financiera, tendrían que asignarlos a una empresa de propiedad estatal (EPE) solo si buscan beneficiarse de una estructura corporativa. De otra manera, es preferible dejarlos en manos de una institución pública.

Una administración que carece de dirección clara y facultades para actuar, y que está sujeta

a razonables controles y equilibrios, podría generar una organización disfuncional. La buena práctica sugeriría un acuerdo de gobierno corporativo similar al siguiente:

- La estrategia de negocio, los asuntos operativos, las decisiones de inversión y la contratación serían responsabilidad de la administración y el consejo de administración del GACM.
- La política aeroportuaria es gestionada por la SCT como parte de una política integral de transporte.



Por último, en lo que representa otra desviación de las buenas prácticas corporativas, no hay mecanismos de evaluación o autoevaluación para el consejo de administración del GACM.

4.2.2. Estructura orgánica del GACM

La estructura orgánica del GACM se diseñó a sabiendas de que el mayor número posible de funciones estarían a cargo de colaboradores subcontratados y de acuerdo con los principios de austeridad y disciplina en el gasto público. La subcontratación sin los controles adecuados puede implicar riesgos graves.

Como lo exige la ley, esta estructura orgánica fue revisada y aprobada por la SHCP y la SFP.

El director general coordina y ejecuta las medidas necesarias para que cada etapa del proceso de desarrollo de la infraestructura aeroportuaria del Valle de México se termine a tiempo y en cumplimiento de los marcos regulatorios aplicables, en coordinación con otras entidades de la APF y los gobiernos estatales y municipales involucrados.

La Dirección Corporativa de Planeación, Evaluación y Vinculación es responsable de la planeación estratégica del desarrollo de la infraestructura aeroportuaria del Valle de México, su evaluación y el seguimiento de las acciones por realizar en cada etapa del proyecto; su propósito es facilitar el desarrollo institucional, así como allanar la coordinación y la participación entre las diferentes áreas del GACM y con actores externos. Asimismo, es responsable del cumplimiento de las regulaciones de transparencia y acceso a la información.

Se divide en dos subdirecciones: *i)* planeación y evaluación, y *ii)* vinculación.

La Dirección Corporativa de Infraestructura es responsable de organizar y gestionar los estudios, proyectos, obras y servicios relacionados, mediante la preparación de términos de referencia, la administración de contratos de inversión, la supervisión de obras y el aseguramiento de una infraestructura adecuada para la operación de la infraestructura aeroportuaria del Valle de México, garantizando a la vez el cumplimiento de las regulaciones de aeronáutica y seguridad nacionales e internacionales, así como los presupuestos aprobados.

Se divide en tres subdirecciones: *i)* proyectos, *ii)* control de obras, y *iii)* regulaciones y procesos aeroportuarios.

La Dirección Corporativa de Financiamiento es responsable de planear, definir y coordinar estrategias y directrices para la programación, presupuestación y estrategia financiera adecuados mediante el control del ejercicio del presupuesto y la contabilidad de los recursos asignados y gastados; se encarga también de identificar, analizar y proponer mecanismos para obtener los recursos y el financiamiento requeridos para el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria del Valle de México. Se divide en dos subdirecciones: *i)* finanzas y *ii)* presupuesto.



Figura 26 Render de la torre de control, uno de los edificios que se tiene contemplado entregar durante el sexenio actual.

La Dirección Corporativa de Administración y Gestión Inmobiliaria es responsable de representar legalmente al GACM y tomar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de los marcos regulatorios aplicables; dirigir la planeación, integración, dirección y control de recursos humanos, inmuebles, edificios y servicios generales; llevar a cabo las contrataciones de las obras públicas, adquisiciones y servicios relacionados, así como la estrategia de gestión de inmuebles. Se divide en tres subdirecciones: *i)* jurídica, *ii)* administración y *iii)* contratación.



Finalmente, el Órgano interno de control (OIC) es responsable de controlar y vigilar los programas y presupuestos autorizados a través de medidas de prevención y verificación de operaciones, así como de revisar los sistemas para el control interno y la gestión de la información financiera, con el fin de fomentar una organización transparente, eficaz, eficiente, moderna y simplificada.⁷ Se divide en tres áreas: *i)* auditoría interna, *ii)* desarrollo y mejora de la gestión, y *iii)* quejas y responsabilidades.

Al revisar la estructura orgánica, resulta evidente que hay algunas funciones que no están bien ubicadas o que faltan. Por ejemplo, la subdirección jurídica es parte de la Dirección Corporativa de Administración y Gestión Inmobiliaria. Esto no solo puede provocar conflictos de intereses (por ejemplo, apoyar las opiniones de la dirección a la que pertenece y no las de otra), sino también tergiversar una función que tendría que ser transversal y servir a toda la organización. De igual forma, no hay una función parecida a la de un jefe de sistemas de información (*Chief Information Officer* o CIO) encargado de los sistemas y plataformas de información del GACM. De nuevo, esta es una función transversal que podría muy bien depender directamente del director general.

Como el personal del GACM trabaja por contratos temporales que deben renovarse cada tres meses, es recomendable examinar con cuidado los perfiles de cada profesional y evaluar si sus habilidades, rango y compensaciones concuerdan con las tareas por realizar. Por ejemplo, para que el NAICM sea un proyecto de clase mundial, requiere que sus funcionarios de alto nivel comprendan las implicaciones de un megaproyecto de esta naturaleza (es decir, capacidades técnicas y de gestión en finanzas, administración de proyectos, negociación, liderazgo) y puedan comunicar el atractivo y las virtudes del proyecto a un público internacional (lo cual requiere hablar inglés y otros idiomas).

La estructura orgánica depende también del trabajo de otros tres actores, que operan de la mano con el GACM: el gerente de proyecto (GP) (empresa Parsons International Limited), el arquitecto maestro (empresa Romero-Foster & Partners), y el ingeniero maestro (grupo de empresas integrado por Netherlands Airports Consultants, TADCO y SACMAG). Ante estos actores, el GACM es el propietario del proyecto NAICM e integra todos sus aspectos, con el apoyo del GP. Este se ocupa de elaborar el plan para poner en marcha el programa de implementación, el cual se emplea como documento guía para la ejecución. Supervisa, orienta y dirige al arquitecto maestro, al ingeniero maestro y a otros consultores clave, para asegurar el cumplimiento de los objetivos y los plazos de las etapas. El GP es también responsable del presupuesto, el calendario y los controles



generales. De hecho, elaboró un plan para registrar todos los avances y proporcionar advertencias tempranas de riesgos para el proyecto.

El proyecto se apoya en un sistema de tablero de control, el cual permite seguir los avances en cualquier etapa, medir el trabajo realizado e identificar los elementos y el trabajo decisivos que quedan por hacer, además de aportar señales de alerta cuando haya elementos que pudiesen afectar los avances. Sin embargo, como el GP no es parte del gobierno, sus facultades para tomar decisiones son limitadas. El arquitecto maestro brinda servicios de diseño y arquitectura para proyectos ejecutivos dirigidos a la construcción del NAICM, así como de seguimiento. Esto incluye los proyectos arquitectónicos de la terminal, la torre de control y los estacionamientos. El ingeniero maestro aporta los proyectos ejecutivos de diseño e ingeniería conceptual de las pistas, las plataformas y el apoyo a la navegación.



Capítulo 5. Importancia de la flexibilidad en el diseño de aeropuertos

Como se ha visto en capítulos anteriores, los aeropuertos representan para las regiones económicas donde se ubican una puerta al mundo con el potencial de brindar una importante derrama económica para las mismas, impulsando el crecimiento al permitir el intercambio con otras regiones económicas cada vez que se permita el ahorro en tiempo y dinero para transportarse de un lugar al otro.

Sin embargo, debido a la complejidad para la construcción y operación de los mismos, los aeropuertos siempre deben ser planeados y diseñados con un enfoque de flexibilidad que les permita adaptarse a la demanda real.

Si algo se puede concluir de estudiar los aeropuertos del mundo a lo largo de la historia, es que estos difícilmente cumplen fielmente con las expectativas de demanda que se tenían durante su etapa de planeación. De ahí la importancia de la capacidad de flexibilidad y de resiliencia en la planeación de los aeropuertos, no solo para definir su capacidad sino también las etapas en el tiempo en las que estas se llegarán a desarrollar.

Es tan grave un aeropuerto que no tiene la capacidad de brindar los servicios cuya zona de afectación requiere, como un aeropuerto que ha sido totalmente sobredimensionado, representando una inversión que no está dejando retribuciones a la zona económica para la cual fue concebido. Esto aplica tanto para los casos en que nunca se llega a cubrir la demanda esperada, como cuando esta si se cubre pero al cabo de periodos de tiempo más largos de lo esperado.

El plan maestro se diseña fundamentalmente alrededor de un parámetro, las operaciones al año así como la proyección de las mismas.

Se engloba en el término operaciones a los despegues y aterrizajes que se espera que ocurran en un aeropuerto, en un principio sin discriminar aquellos que son vuelos para pasajeros y vuelos de carga, aunque más adelante se explicará de qué manera afectan a la planeación de un aeropuerto unos y otros.



Operaciones aeronáuticas

Estas son el eje alrededor del cual giran todas las funciones del aeródromo y en consecuencia del aeropuerto. De este dato y sus proyecciones en el tiempo dependerán aspectos fundamentales de un aeropuerto como son:

- Pistas: en función del número de operaciones se definen datos como son:
 - Número de pistas. Este es el aspecto fundamental de su existencia y se define en función de la frecuencia de las operaciones y tipo de aeronaves que se espera recibir. Comúnmente, los aeropuertos que se proyectan con más de una pista inician con una cantidad menor a la que llegan a tener en su expansión final. Si bien se espera que al tener más de una pista, un aeropuerto sea capaz de realizar más de una operación al mismo tiempo, no siempre es este el caso. En muchas ocasiones se cuenta con pistas alternas en casos de mantenimiento o cuando las condiciones meteorológicas lo ameriten.
 - Dimensiones de las pistas. Los equipos de planeación de los aeropuertos trabajan muy de cerca con un gran número de stakeholders. Las aerolíneas son stakeholders de gran importancia ya que en gran parte ellos contribuyen a la definición del aeródromo, entre otros elementos de un aeropuerto. No es suficiente diseñar una pista teniendo en consideración las aeronaves que existen hoy en día. Como todas las empresas que tienen éxito, las aerolíneas conocen al día de hoy cuáles son sus expectativas para el futuro a mediano y largo plazo. Datos como el peso, el número, dimensiones y separación de los ejes del tren de aterrizaje, son necesarios para el diseño estructural y geométrico de las pistas. Las innovaciones tecnológicas en las distintas disciplinas involucradas en el diseño de un avión permiten cada vez concebir aeronaves que permitan hacer del transporte aéreo un esfuerzo más seguro, económico y eficiente. Aunque el factor determinante para el diseño de una pista no es el peso de la aeronave más pesada que pudiera llegar a aterrizar, sino aquella de la que se esperan operaciones más frecuentes, las pistas se diseñan considerando la posibilidad de crecimiento para poder permitir las operaciones de aeronaves con mayores dimensiones.



- Instrumentos e iluminación para las pistas. Todos los equipos y dispositivos que se encuentren físicamente cercanos a las pistas así como las redes de servicios (eléctricos y de telecomunicaciones) que dan servicio a los mismos, deben ser considerados para la expansión futura de los aeropuertos. Siendo un tema muy delicado la suspensión de las operaciones en una pista para dar mantenimiento o construcción de obra nueva, se debe dejar previsto los bancos de ductos que puedan atravesar las pistas. Los diseñadores deben considerar en base a las mejores prácticas internacionales en sus filosofías de diseño, siempre una capacidad de expansión (para este caso, ductos extra) para así evitar la necesidad de interrumpir operaciones en un futuro.
- Calles de rodaje
 - De la misma manera que las pistas, las calles de rodaje deben contar con la capacidad de soportar las cargas y las dimensiones de las aeronaves existentes hoy y futuras. Para el diseño de las calles de rodaje se hace un análisis costo beneficio. Existen aquellas que comunican espacios sobre los cuales es más evidente su necesidad. Existen también algunas en las cuales su existencia facilitaría o agilizaría las operaciones en el aeropuerto, sin embargo, difícilmente resultará una buena inversión una calle de rodaje que ahorre unos minutos el trayecto de una aeronave desde una pista hasta una hangar, si esta es una operación que se realizará una o dos veces por mes.
- Plataformas. El momento de construcción de las plataformas va directamente ligado al de los edificios de pasajeros así como sus posiciones de contacto. Su estructura y dimensiones está también en función de las aeronaves que operen en el aeropuerto.

Operaciones del lado tierra.

- Edificio de pasajeros. El dimensionamiento del edificio de pasajeros debe permitir su crecimiento paulatino de acuerdo a las necesidades proyectadas además de contar con la capacidad de resiliencia para adaptarse a cambios con respecto a estas proyecciones.
- El aeropuerto más grande del mundo, el Hartsfield–Jackson Atlanta International Airport es un claro ejemplo de como la flexibilidad en las terminales de pasajeros conllevan a erogar los recursos disponibles en el momento adecuado. El edificio de pasajeros se a compuesto de diversos anexos o “concourses” de superficie y forma similar que se han construido en una alineación paralela con el paso de los años.
- De no haber existido la necesidad de más área para albergar las operaciones del edificio de pasajeros, o si esta hubiera llegado a existir en un tiempo posterior al que se tenía previsto, los recursos designados para esta actividad se hubieran empleado de una mejor manera que en áreas y edificios vacíos, como ha sucedido en muchos aeropuertos en el mundo.



Figura 27 Vista en Planta del Aeropuerto Internacional Hartsfield-Jackson

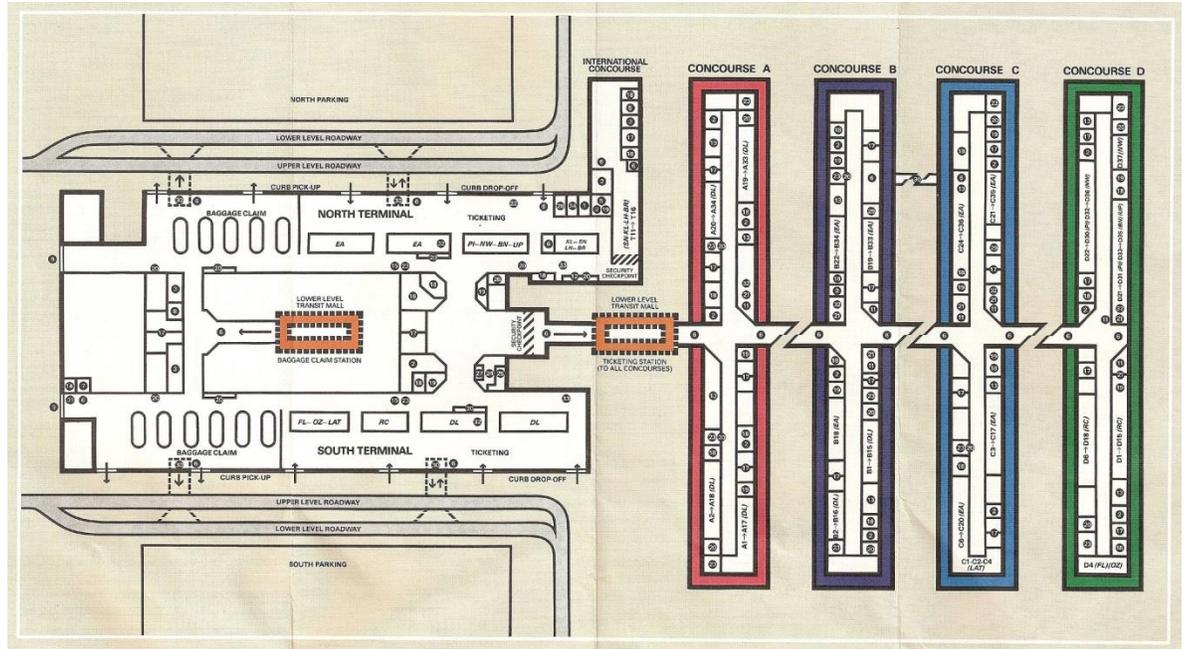


Figura 28 Vista en planta de anexos a la terminal del Aeropuerto Internacional de Atlanta

- Redes de servicios.
 - Para cumplir con las necesidades de servicios que tienen los aeropuertos, estos cuentan con redes de:
 - Agua: potable, tratada, drenaje sanitario y pluvial, protección contra incendios.
 - Eléctrica: alta, media y baja tensión.
 - Combustibles: turbosina (aviones), gasolina (vehículos de servicio), diesel (plantas de emergencia) y gas (servicios de edificios).
 - Telecomunicaciones
 - Debido a la complejidad de las operaciones en un aeropuerto, es muy difícil y costoso interrumpirlas para realizar obras de remodelación para ampliar las redes, mismas que seguido atraviesan zonas críticas (pistas, calles de rodaje y de servicio, etc.) por lo cual, actualmente en el diseño de las redes de estos servicios, se considera en la filosofía de diseño una capacidad de crecimiento futuro, la cual seguido se encuentra alrededor del 20%. Esta capacidad de crecimiento es superlativa a las estimaciones que se tienen del aeropuerto al momento del diseño. Es decir, para los bancos de ductos y sobre todo aquellos que atraviesan las zonas críticas, siempre se consideran ductos libres, de tal forma que en caso de ser necesario, se evita la necesidad de interrumpir operaciones para realizar la obra civil que requiere un nuevo banco de ductos, y en cambio solo se usan los ductos que ya se encontraban en él.



Capítulo 6. Conclusiones finales

Como se explica anteriormente, la gerencia de proyectos tendrá un papel clave en el desarrollo del NAICM. Aunque en México no existe una experiencia reciente de esta índole, se conocen las mejores prácticas aplicadas para proyectos de este tipo y magnitud en el extranjero. Además, se cuenta con una amplia experiencia de parte de la ingeniería mexicana en cimentaciones en el suelo del Valle de México; y particularmente, con el AICM.

La gerencia de proyectos del NAICM debe ser capaz de integrar esta experiencia técnica nacional con las metodologías de punta para el desarrollo de proyectos de esta importancia.

Durante el proceso de ejecución del proyecto del nuevo aeropuerto, es decir, desde el proceso de planeación y estudios preliminares, pasando por el diseño, proceso de licitación y culminando en la construcción del mismo, el proyecto (diseño) sufrirá varios cambios, debido a la vasta cantidad de disciplinas y de estudios que convergen conforme progresa el mismo proyecto. La asignación de recursos se hace basada en las estimaciones preliminares realizadas cuando el proyecto no estaba aún terminado. Esto ocurre en la mayoría de los proyectos de esta índole.

Es necesario que el GACM además de tener un consultor externo experimentado en la gestión de proyectos de esta magnitud, tenga un equipo de gerencia de proyecto interno y competente la cual debe de tener un carácter más ejecutivo que el del consultor, lo que permite tener mayor control sobre las decisiones del proyecto.

Las estructuras de gobernanza necesitan ser formadas por personal que tenga el “know-how” adecuado en todos los niveles para ser efectivo. Personal con experiencia y habilidad en todos los niveles del proyecto necesita ser apoyado por una gobernanza efectiva para alcanzar su potencial.

Aunque existen beneficios en el sistema de procura de fragmentación de contratos como es el fomento a la competencia de los contratistas por presentar una mejor propuesta tanto en lo económico como en lo técnico, este sistema debe ser acotado para tener un mayor control de los avances en las obras. Resulta ineficiente el asignar a diferentes empresas contratos cuyas actividades se traslapen en el programa general.

Es de vital importancia asegurar un proceso licitatorio eficiente a través del cual se garantice con transparencia que el licitante ganador de cada concurso ha sido elegido por encima de los demás concursantes de manera justificada. Para esto es necesario que durante el proceso, los contratistas lleguen a entender a la perfección el proyecto, para que puedan todos presentar sus propuestas en igualdad de condiciones.



Asimismo, se debe tener contacto con organizaciones gremiales de constructores para balancear el diseño con la *constructividad* de cada obra.

Un aspecto muy importante y que en algunas ocasiones debido a la premura suele no recibir tanta atención es la escuela que dejará este proyecto para la industria de la gerencia de proyectos. Es probable que en un largo tiempo no exista un proyecto de un aeropuerto de tal magnitud en el país, sin embargo, la gerencia de proyectos como competencia adquirida por un profesionista y sobre todo, por una generación de profesionistas, puede ser aplicada en proyectos de otra índole distinta a los aeropuertos, en virtud del gran número de similitudes que puede tener por el hecho de ser un proyecto de infraestructura bajo el esquema de obra pública.

El desarrollo del proyecto del NAICM definitivamente dejará su marca en la historia de la ingeniería mexicana. A pesar de ser una decisión muy controversial por factores como la magnitud de su inversión, su ubicación y los sistemas empleados para su construcción, es un hecho que es un emprendimiento cuyas consecuencias estará aprovechando o pagando el país durante muchos años porvenir. Es un deber de los ingenieros civiles del país contribuir cada quien desde su función para el éxito de este y todos los proyectos de infraestructura necesarios para el desarrollo del país.



Bibliografía

1. PMI, 2013. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. EE.UU.: Project Management Institute, Inc.
2. OCDE, 2015: Desarrollo efectivo de megaproyectos de infraestructura El caso del nuevo aeropuerto internacional de la ciudad de México
3. UNIVERSITY OF NORTHUMBRIA, Alnasser, Osborne, and Steel, 2013: Managing and Controlling Airport Construction Projects
4. ENCINAS R., A., 2014. Política, negocios y poder : el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México
5. JILETA, J., BETANCOURT G., 2012. Protejamos nuestro aeropuerto
6. ADRIÁ, M., 2014. Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México : ocho propuestas arquitectónicas
7. INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, 2014. Airport development reference manual/ forecasting and planning sections produced in collaboration with ACI
8. CONSEJO NACIONAL DE POBLACION, MÉXICO, 2002. Implicaciones demográficas y territoriales de la construcción de un nuevo aeropuerto en la ZMCM
9. CENTRO DE ESTUDIOS DEL SECTOR PRIVADO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE, MÉXICO, 2001. Nuevo aeropuerto para la Ciudad de México: valoración comparativa de opciones de localización
10. VILLALAZ, C., 2012, Vías de comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos
11. DOVALI, F., 2012, Desarrollo aeronáutico nacional, propuestas y desarrollo de la ingeniería mexicana.
12. MARTINEZ, R., Sustentante para la obtención del grado de Maestro en Ing. Civil, UNAM, 2003. Analisis de la necesidad de un nuevo aeropuerto para la Zona Metropolitana de la Ciudad de Mexico.
13. TRUYOLS, M., 2011. Transporte aéreo e ingeniería aeroportuaria.
14. ASHFORD, W., 1995. Airport Engineering.
15. OACI, 2009. Aeródromos. Diseño y operaciones de aeródromos.
16. PMI, 2000. Construction Extension to A guide to the Project Management Body of Knowledge.
17. De Neufville, R., 2011, Flexibility in Engineering Design
18. De Neufville, R. 2013. Airport Systems (Planning, Design & Management).



Anexo I: Propuestas de acción de la OCDE

1. Es necesario robustecer el modelo de gobernanza del proyecto para permitir la toma de decisiones oportuna, la rendición de cuentas y la inclusión, así como para asignar riesgos con eficacia.

Una gobernanza deficiente en cada etapa de la preparación de proyectos de construcción para la inversión pública genera una mala administración y plantea el riesgo de corrupción y retrasos. Por consiguiente, una clave para proteger la inversión en la construcción con fondos públicos es fortalecer la gobernanza. Como la gobernanza deficiente da pie a la corrupción, afianzar los procesos de gobernanza en todo el ciclo del proyecto limitaría las oportunidades de un comportamiento indebido (Wells, 2015).

Como se reconoce en la matriz de riesgo del GACM, su estructura organizacional no es adecuada para un megaproyecto como el NAICM. Hay brechas en la definición de responsabilidades entre las direcciones corporativas, incluyendo la toma de decisiones. Por ejemplo, nadie es responsable de dar seguimiento a las medidas de mitigación que exige la

Manifestación de Impacto Ambiental y ha habido retrasos en los pagos de contratos debido a la incertidumbre sobre los procedimientos a seguir.

Estos retrasos pueden convertirse en un problema grave una vez que el ritmo de la obra se acelere, no solo para la credibilidad del proyecto y su avance oportuno, sino también porque puede convertirse en una fuente de corrupción (los contratistas podrían verse tentados a pagar sobornos para garantizar sus pagos).

De no resolverse, la lentitud en la toma de decisiones puede terminar por consumir tiempo de gestión y ocasionar demoras en la ejecución del proyecto.

2. Es necesario revisar el modelo de gobierno corporativo del GACM para ajustarlo a la buena práctica internacional definida en las Directrices de la OCDE sobre el Gobierno Corporativo de las Empresas Públicas

Esta recomendación se relaciona con la composición y nombramiento del consejo de administración. Un nombramiento de consejeros más transparente y basado en méritos contribuye a evitar la politización de estos procedimientos, lo que facilitaría que los mejores profesionales ocupen los puestos. Una recomendación central de las Directrices de la OCDE es que los consejos se conformen para ejercer un “criterio independiente y objetivo”.

En la mayoría de los países de la OCDE los consejos de administración de las EPE están compuestos por una combinación de servidores públicos, otras personas encargadas de buscar el interés público y consejeros “independientes”.²¹ La tendencia, alimentada por una creciente comercialización de estas empresas, se inclina a recurrir más a consejeros independientes o personas con experiencia empresarial pertinente.



Dado que el proceso de nombramiento del consejo de administración del GACM es facultad del Presidente de la República a través de la SCT, esta secretaría puede conjuntar un comité, formado por representantes de diferentes secretarías para presentar propuestas al Presidente. El comité se encargaría de identificar al grupo de candidatos calificados con experiencia en gestión de aeropuertos, y no solo funcionarios públicos, para consideración del primer mandatario. Como alternativa, la selección de consejeros adecuados puede basarse en reglas formales de elegibilidad, procesos para asesorar o examinar a candidatos secretariales para nominación al consejo, o propuestas de comités reales o *de facto* de nominación de candidatos para decisión final del Presidente. Puesto que la LFEP ya considera la posibilidad de nombrar a personas que no sean servidores públicos, no hay obstáculo legal para dar cierta diversidad al consejo. Además, deberán establecerse programas de capacitación para facilitar la introducción de nuevos consejeros. La capacitación práctica puede incluir reuniones con directivos y personal profesional del GACM para mejorar su conocimiento de la organización.

La tercera recomendación se refiere a la falta de una función de auditoría interna en el GACM. Se requiere establecer un mecanismo de esta naturaleza que informe directamente al consejo de administración del grupo. Esto reforzaría la capacidad de dicho consejo de desempeñar sus funciones de supervisión y complementaría otros mecanismos de auditoría.

Finalmente, se sugiere que el consejo de administración del GACM establezca un proceso de autoevaluación anual. En ella se analizaría la eficiencia del consejo para cumplir con sus deberes, como entidad colegiada y como miembros individuales. Estos análisis pueden basarse en autoevaluaciones o en el apoyo de facilitadores externos. Los informes tendrían que someterse al Ejecutivo federal.

4. Es necesario que las capacidades del GACM sean proporcionales a la magnitud y complejidad del proyecto, y que se procure un entorno de trabajo colaborativo

El GACM enfrenta serias limitaciones de capacidades y recursos humanos, lo cual resulta evidente al comparar el proyecto con otras iniciativas aeroportuarias. Hasta abril de 2015, el GACM operaba con 65 empleados con contratos temporales y renovables cada tres meses, más 65 subcontratados, para un total aproximado de 130 personas.

Los proyectos para la construcción de los aeropuertos de Hong Kong y Abu Dhabi requirieron cerca de 800 y 1 800 funcionarios, respectivamente, tan solo de las principales autoridades.

Como no sería realista considerar aumentar el personal a un tamaño similar, más que números, se requiere que el GACM identifique las funciones y competencias que tienen que reforzarse.



Es urgente acoplar la complejidad del proyecto a las capacidades del GACM. Un ejemplo es la necesidad de crear un departamento de comunicaciones con competencias profesionales y capaz de implementar una estrategia de comunicaciones adecuada. En la actualidad, la comunicación respecto del NAICM se gestiona desde la SCT y la Oficina de la Presidencia. Otro ejemplo es la necesidad de crear un equipo de inteligencia de mercados dentro de la Subdirección de Contrataciones. La estrategia de empaquetamiento en proceso de desarrollo requiere análisis de mercados para tomar buenas decisiones relativas a metodologías, sincronización y tiempos de las licitaciones.

En este sentido, las diferentes entidades gubernamentales deben reconocer la naturaleza extraordinaria del proyecto del NAICM y, por tanto, promover una nueva visión de la estructura del GACM. De hecho, su estructura organizacional está gobernada por regulaciones de la SHCP y la SFP. Si bien el diálogo entre el GACM y estas secretarías parece fluido, se requerirá de ellos intervenciones y decisiones oportunas para fortalecer las capacidades del GACM. La tarea no será fácil, considerando el periodo de restricciones fiscales que México vive (en parte debido a los bajos precios del petróleo).

La evaluación comparativa de la estructura organizacional del GACM permite también identificar brechas de capacidades. Es necesario analizar las responsabilidades de las diferentes direcciones corporativas y ajustarlas al conjunto de competencias. En esencia son dos las opciones disponibles para estructurar el equipo propietario en general: la estructura indicativa basada en funciones y la estructura indicativa basada en empaquetamiento

La función indicativa basada en funciones es una estructura organizacional tradicional con descripciones estándar de puestos, para la cual es relativamente más fácil reclutar talento.

Sin embargo, genera silos funcionales y diluye la rendición de cuentas y la coordinación. En consecuencia, se pierde la perspectiva de punta a punta. Esta estructura requiere que el GP y el director del proyecto tengan fuertes capacidades de integración. Este es el tipo de estructura que opera actualmente en el GACM, con cuatro funciones principales incorporadas a las cuatro direcciones corporativas.

Sin embargo, hay una diferencia importante: las funciones de apoyo en el GACM no están subordinadas directamente al director general, sino que se insertan en las cuatro direcciones corporativas.

Por ejemplo, Asuntos Jurídicos forma parte de la Dirección Corporativa de Administración y Gestión Inmobiliaria; lo mismo sucede con Recursos Humanos.



Por consiguiente, no se reconoce la naturaleza transversal de cada función de apoyo en la organización del GACM. Otra diferencia evidente es que en el GACM una sola área maneja contrataciones en grandes cantidades, compras pequeñas y gestión de contratos.

Aún no se desarrollan en la estructura del Grupo los diferentes conjuntos de competencias necesarios para cada una de estas actividades. Incluso es posible alargar y reducir las estructuras de las distintas áreas a medida que el proyecto avanza y sus necesidades varían.

Por ejemplo, durante las etapas de construcción más intensivas, será necesario aumentar la estructura de las direcciones corporativas de administración e infraestructura, aunque algunas funciones se subcontraten.

La estructura indicativa basada en empaquetamiento es muy popular en los megaproyectos.

Proporciona una visión de punta a punta y vínculos más claros de rendición de cuentas. Sin embargo, gestionar contrataciones por paquetes requiere un conjunto de competencias específicas que no es fácil encontrar. De igual manera, la estructura matricial es confusa debido a los implantes funcionales en los paquetes. Migrar a esta estructura requeriría primero cerrar las brechas de competencias ya identificadas y una gran reorganización del proyecto del NAICM basada en carteras (por ejemplo, pistas, terminal).

Además de reforzar la estructura organizacional y las competencias del GACM, se recomienda que su liderazgo tome en cuenta que los megaproyectos exitosos se acompañan de equipos fuertes con condiciones de trabajo favorables. Esto es aún más pertinente por el apretado calendario del proyecto del NAICM. De hecho, un alto grado de rotación de personal provocaría curvas de aprendizaje y, por consiguiente, pérdida de tiempo. Un entorno laboral favorable no solo contribuye a la coordinación interna, sino también a reducir los incentivos para la corrupción. Elementos como niveles de sueldos apropiados, estabilidad en el empleo, un alto grado de profesionalismo y orgullo entre el personal, así como un entorno en el cual a los funcionarios y empresarios que se les sorprenda sobornando o intentando manipular procesos les sea difícil conseguir otro empleo o negocio, lo cual convertiría a la corrupción en una actividad de alto riesgo.

5. Un diálogo continuo y abierto con los actores interesados y su participación en la planeación, la toma de decisiones y la supervisión, son aspectos clave de los megaproyectos exitosos



Si bien el GACM ha impulsado una amplia estrategia de consulta a los usuarios del aeropuerto y esfuerzos más limitados de consulta social, se requiere un enfoque más sistemático que no solo informe sino también involucre a grupos sociales en la planeación, la toma de decisiones y la supervisión. El objetivo no solo es comunicar información, sino también empoderar y desarrollar el sentido de propiedad del proyecto por parte de las diferentes comunidades. Activar tal grado de participación requiere trascender el tan común método *ex ante* para la consulta, y desarrollar mecanismos y herramientas de participación permanente

6. Deberán emprenderse revisiones periódicas de finanzas y de contratación para responder a condiciones cambiantes

Es conveniente realizar revisiones recurrentes e integradas de gestión financiera y contratación para confirmar la adecuación de los mecanismos de gestión de contratos. En términos de la gestión financiera, estas revisiones son útiles para analizar aspectos como el gasto programado y la respuesta a los cambios en las condiciones financieras del proyecto (por ejemplo, recortes presupuestarios debidos a la baja en los precios del petróleo y la contracción de los mercados de financiamiento privado). El GACM desarrolló escenarios y estrategias alternativos para afrontar posibles (y probables) recortes presupuestarios. Esas acciones anticipadas deberán seguir respondiendo a cambios en los mercados.

En relación con la contratación pública, se requiere evaluar, por ejemplo, para determinar el logro de los objetivos secundarios de política pública *vis-à-vis* la relación calidad-precio.

Es recomendable establecer la planeación adecuada, el análisis de referencia, la evaluación de riesgos, los indicadores clave de desempeño (ICD) y los resultados previstos como la base del desarrollo de planes de acción o directrices de implementación. Será necesario medir los resultados de cualquier uso del sistema de contratación pública del GACM para apoyar los objetivos secundarios de política pública (por ejemplo, formar a empresas mexicanas para participar en megaproyectos en el extranjero) contra puntos de referencia adecuados para brindar a los formuladores de políticas públicas la información.

La estructura de gobernanza del GACM contempla la realización de estas evaluaciones y tiene una dirección corporativa a cargo de esta tarea. Sin embargo, es posible tomar otras medidas para garantizar que en efecto se lleven a cabo, por ejemplo, el establecer unidades especiales en la SFP y la SHCP para tratar temas relacionados con el NAICM (como la escasez de recursos humanos, la revisión de documentación de licitaciones y la adaptación de la estrategia financiera).